

Aus dem Zentrum der Inneren Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt/Main
Abteilung für Nephrologie

Leiter: Prof. Dr. W. Schoeppe

Auswirkungen des Langstreckenlaufes
auf Elektrolyt-, Protein-, und
Katecholamin-Konzentrationen
im Plasma

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
des Fachbereiches Humanmedizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Vorgelegt von: Gerald Denk Giebel aus Bad Oeynhausen
Frankfurt am Main, 1982

Aus dem Zentrum der Inneren Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt/Main
Abteilung für Nephrologie

Leiter: Prof. Dr. W. Schoeppe

Auswirkungen des Langstreckenlaufes
auf Elektrolyt-, Protein-, und
Katecholamin-Konzentrationen
im Plasma

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
des Fachbereiches Humanmedizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Vorgelegt von: Gerald Denk Giebel aus Bad Oeynhausen
Frankfurt am Main, 1982

Aus dem Zentrum der Inneren Medizin
der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt/Main
Abteilung für Nephrologie

Leiter : Prof.Dr.W.Schoeppe

Auswirkungen des Langstreckenlaufes auf
Elektrolyt -, Protein - und Katecholamin-
konzentrationen im Plasma



Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin
des Fachbereiches Humanmedizin
der Johann Wolfgang Goethe Universität
Frankfurt am Main
vorgelegt von
Gerald Denk Giebel aus Bad Oeynhausen
Frankfurt am Main, 1982

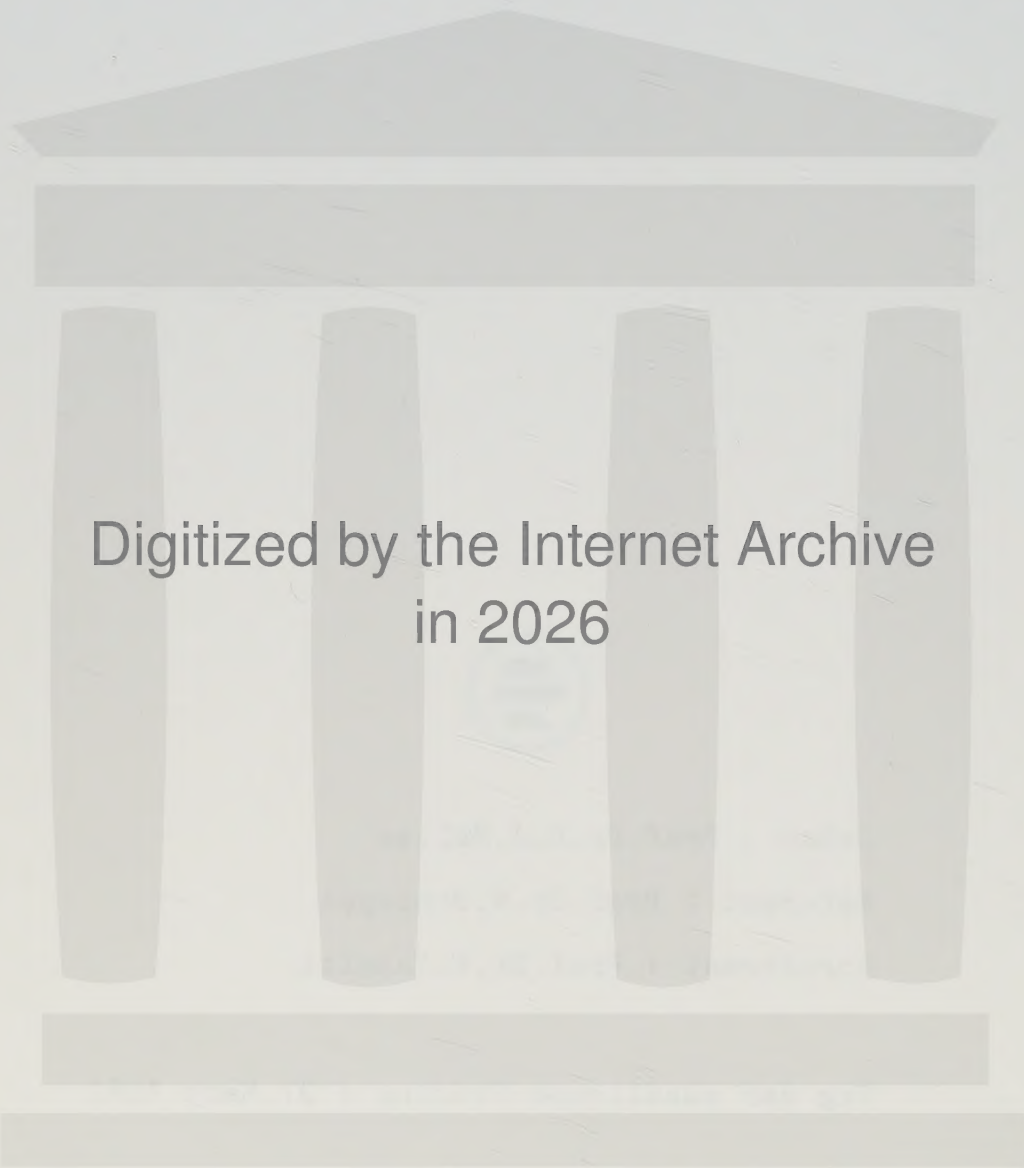


Dekan : Prof.Dr.H.J.Müller

Referent : Prof.Dr.W.Schoeppe

Koreferent : Prof.Dr.E.Schmitt

Tag der mündlichen Prüfung : 31.März 1982



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550809_0025

Meinen Eltern
in
Liebe und Dankbarkeit

Inhaltsübersicht

1.	Einleitung und Fragestellung	S. 1
2.	Versuchsanordnung und Methodik	S. 5
2. 1.	Untersuchte Sportler	S. 5
2. 2.	Durchführung der Untersuchungen	S. 5
2. 3.	Analysen	S. 6
2. 4.	Statistische Auswertung	S. 9
3.	Vorstudie, Ergebnisse	S. 10
3. 1.	Natrium	S. 10
3. 2.	Kalium	S. 11
3. 3.	Calzium	S. 12
3. 4.	Chlorid	S. 13
3. 5.	Phosphat	S. 14
3. 6.	Kreatinin	S. 14
3. 7.	Osmolarität	S. 14
3. 8.	Haptoglobin	S. 14
3. 9.	Hämoglobin	S. 15
3.10.	Protein	S. 15
3.11.	Harnsediment	S. 15
3.12.	Adrenalin	S. 16
3.13.	Noradrenalin	S. 17
3.14.	Renin	S. 18
4.	Hauptstudie, Ergebnisse	S. 20
4. 1.	Calzium	S. 20
4. 2.	Magnesium	S. 21
4. 3.	Eisen	S. 22
4. 4.	Kupfer	S. 24

4. 5.Zink	S. 24
4. 6.Gesamtstickstoff	S. 25
4. 7.Phosphat	S. 26
4. 8.Chlorid	S. 27
4. 9.Kreatinin	S. 27
4.10.Harnvolumina	S. 29
4.11.Clearences	S. 29
4.12.Osmolarität	S. 29
4.13.Hämatokrit	S. 30
4.14.Protein	S. 31
4.15.Haptoglobin	S. 32
4.16.Elektrophoresen	S. 33
5. Diskussion	S. 36
6. Zusammenfassung	S. 50
7. Einzelergebnisse	S. 52
8. Literatur	S.102

1. Einleitung und Fragestellung

"Ich wünschte sogar, daß unser Jahrhundert und unsere Nachkommen den Gelehrten die Verbindlichkeit haben möchten, die verschiedenen Leibesübungen wieder in Gang gebracht zu haben, woraus die Alten einen Theil ihrer Pflicht machten, denen unsere Voreltern annoch mit bestem Vortheil ergeben waren, und die wir seit zwey oder drey Generationen so vernachlässigen, daß in wenigen Jahren ihre Benennungen wahrscheinlich nirgends als in den Wörterbüchern zu finden seyn werden" (S.A. Tissot, Von der Gesundheit der Gelehrten, 1768). Diese Einsicht führte und führt, da mit zunehmender Industrialisierung immer mehr Menschen körperlich inaktiven Lebensbedingungen ausgesetzt wurden, dazu, daß mehr und mehr Menschen in ihrer Freizeit Sport treiben; in den letzten Jahren ist eine ständig wachsende Zahl von Langläufern zu beobachten.

Herodicus, der als erster die Kunst der Leibesübungen untersuchte und zu einem Zweig der Heilkunst machte, erreichte durch Leibesübungen, ebenso wie sein berühmter Bruder Gorgias, der seinen Ratschlägen folgte, ein Alter von über 100 Jahren. Jedoch schien er - wie häufig Menschen, wenn sie von einer Methode allzu überzeugt sind - ihren Gebrauch zuweilen für seine Kranken allzu weit getrieben zu haben (S.A. Tissot, Von der Gesundheit der Gelehrten, 1768). Und auch Aristoteles warnt vor Übertreibungen ebenso wie später Galenos (K. Pollak, Die Heilkunde der Antike, 1969). Hippokrates, ein Schüler des Herodicus, dem die Marschhämoglobinurie bekannt gewesen sein dürfte, beschreibt die Rotfärbung des Urins als prognostisch

umstrittenes Zeichen (Hippokrates, Buch III, §12). 1881 beschreibt Fleischer (Berliner klin. Wschr. 18, 691) erstmals die Marschhämoglobinurie in der Neuzeit. Später fand sich eine Abhängigkeit vom Schuhwerk (17), was schließlich durch Hämolyse in den Kapillargefäßen der Fußsohlen durch mechanische Alteration erklärt wurde (9, 12, 13, 14, 17). Aber einige Autoren fanden auch Blasenkontusionen (11, 15, 19), während wieder andere die häufig begleitende und von Meyer-Betz 1911 (Dtsch. Arch. klin. Med. 101, 85) erstmals beschriebene Myoglobinurie als Ursache der Hämoglobinurie sehen (20).

Die Langläufer nehmen Salz, um die unter dem Lauf entstehenden Defizite zu kompensieren. Dies war der Anlaß zu einer Studie, bei der den Läufern Elektrolyte verabreicht und dabei Leistungssteigerungen gefunden wurden (4). Häufig wurden auch einzelne Fälle, hauptsächlich wegen pathologischer Veränderungen im Harn (8, 10, 14, 20), oder oft auch kleine Kollektive ohne Kontrollgruppen unter speziellen Aspekten dargestellt (7, 11, 12, 16, 21). Dem Herz-, Kreislauf- und pulmonalen System sind umfangreiche Arbeiten gewidmet worden (z.B. B. Saltin, Aerobic work capacity and circulation at exercise in man, Acta Physiol. Scand., suppl. 230, 1-52, 1964; W. Hollmann, Zentrale Fragen der Sportmed., Springer 1977; J. Slegmann, Leistungsphysiologie, Thieme 1971 u.v.a.).

Dies gab neben der ständig wachsenden Zahl von Langläufern die Veranlassung zum Versuch einer etwas umfangreicheren Untersuchung und Darstellung des Stoffwechsels und der Nierenfunktion unter den spezifischen Belastungen

des Langlaufes. Beschriebene pathologische Phänomene sollten dabei, wenn möglich quantitativ eingeordnet werden.

Da vor allem die Elektrolytkonzentrationen einem schnellen Wechsel unterworfen sind, konnte erwartet werden, daß ihr Verhalten innerhalb eines begrenzten Zeitraumes weitgehend zu erfassen sei. Zudem sollte erreicht werden, durch die Bestimmung mehrerer Elektrolyte im Serum, Vollblut und Harn Interdependenzen zwischen den einzelnen Elektrolyten und systematischen Änderungen erkennbar zu machen. Dem stand die für einige Elemente und Verbindungen bestehende - zum Teil stark ausgeprägte - Tagesperiodik entgegen (25, 26, 37). Wenn auch die Tagesperiodik, die wohl weitgehend von der Nebennierenhormonausschüttung geprägt ist, durch Hormonbestimmungen nicht ursächlich erfaßt wurde, so läßt die Reninbestimmung doch Rückschlüsse auf die Aldosteronsekretion zu. Zudem läßt sich die Tagesperiodik aus dem Verhalten der Kontrollgruppe ersehen und so sich von der durch den Lauf verursachten Änderung abgrenzen.

Der Elektrolythaushalt ließ sich nicht streng quantitativ erfassen, da die Ausscheidungen über Kot und Schweiß nicht erfaßt wurden. Es wurde also primär die Niere als regulierendes Element der Elektrolytspiegel betrachtet. Daneben wurden Elektrophoresen, Hämoglobin- und Kreatininbestimmungen durchgeführt, um das Ausmaß des Katabolismus unter Belastung und - wenn auch wegen der langen Halbwertszeiten nur angedeutet - Änderungen im Eiweißstoffwechsel zu erkennen.

Da bisher bei den kardio- pulmonalen Untersuchungen physikalische (hämodynamische) Vorgänge im Vordergrund gestanden hatten, wurden mit der Bestimmung von Adrenalin, Noradrenalin und Renin gleichzeitig neben den Mineralhaushalten die regulativen Vorgänge des sympathischen Nervensystems und des kreislaufwirksamen Renin - Angiotensin Systems untersucht.

2. Versuchsanordnung und Methodik

2.1. Untersuchte Sportler

Die Untersuchungen wurden an Langläufern durchgeführt, 13 Frauen und 38 Männer, wobei das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Untersuchungen bei 39,4 Jahren lag. Der jüngste Teilnehmer war 18, der älteste 67 Jahre alt. Keiner der Sportler gab auf Befragung Beschwerden oder vorbestehende Erkrankungen an (außer einmal erhöhter Blutdruck 155/90 mm Hg und dreimal Gelenkbeschwerden). Bis auf drei der Untersuchten waren alle normal - bis leicht unter-idealgewichtig. Die mittlere wöchentliche Laufleistung betrug bei den Frauen 64,5 km, bei den Männern 106 km, wobei alle länger als zwei Jahre Langlauf trainierten.

2.2. Durchführung der Untersuchungen

Die Sportler wurden in zwei Gruppen eingeteilt, einmal zu 19 als Pilotstudie, das andere Mal zu 33 Läufern als Hauptstudie.

Die erste Gruppe, bestehend aus 4 Frauen und 15 Männern sammelte 24 Stunden vor dem Lauf bis zum Beginn des Laufes den Harn quantitativ. Die zweite Harnsammelperiode erstreckte sich über die folgenden 6 Stunden, wobei circa zwei Stunden Lauf enthalten waren. An sie schloß sich eine dritte Periode von 18 Stunden bis zum nächsten Morgen an.

Die Blutentnahmen erfolgten unmittelbar vor, nach und 24 Stunden nach dem Lauf. Sechs freiwilligen Sportlern

wurde darüber hinaus Braunülen gelegt, aus denen jeweils nach 5 km und eine Stunde nach dem Lauf Blut entnommen wurde. Die Blutproben wurden sofort in Eiswasser gestellt.

Der Lauf, der über eine Strecke von 20 km führte, begann um 8.30 a.m. bei trockenem Wetter und einer Temperatur von 15 Grad Celsius. Er fand auf nicht geteerten, ebenen Waldwegen statt.

Die zweite Gruppe, bestehend aus 7 Frauen und 26 Männern, wurde, Frauen und Männer getrennt, in zwei Abteilungen zu je 15 Personen randomisiert, von denen eine Abteilung lief, die andere als Kontrollgruppe nicht; die restlichen drei Sportler liefen wegen eventueller Ausfälle mit. Das Procedere bezüglich des Urinsammelns und der Blutentnahmen war, abgesehen vom Legen der Braunülen, das hier entfiel, identisch. Auch dieser Lauf begann um 8.30 a.m. auf ebenen Waldwegen bei einer Temperatur von 10 Grad Celsius, führte jedoch über eine Distanz von 25 km.

2.3. Analysen

Der Hämatokrit wurde sofort nach Blutabnahme durch Zentrifugieren des Blutes in heparinisierten Glaskapillaren bei 15.000 g über 5 Minuten bestimmt.

Das restliche Blut wurde für den unverzüglichen Transport in das Labor in Eiswasser gelagert. Dort wurde das für die Vollblutbestimmungen vorgesehene Blut sofort bis zur Bestimmung in den Kühlschrank gegeben. Das verbleibende Blut wurde zentrifugiert, das für die Katecholaminbestimmung vorgesehene Blut wurde kühlzentrifugiert, und das Serum bis zu den endgültigen Verarbeitungen eingefroren.

Unmittelbar nach Ankunft im Labor wurde das Harnvolumen gemessen und Harnproben eingefroren.

Die Osmolarität wurde durch die Gefrierpunkterniedrigung ermittelt.

Die Elektrolyte wurden mit Hilfe der Atomabsorptionsphotometrie gemessen, außer Natrium und Kalium, die flammenphotometrisch bestimmt wurden.

Chlorid wurde potentiometrisch bestimmt.

Die Bestimmung der Konzentrationen des anorganischen Phosphats erfolgte aufgrund der Molybdänblau - Reaktion.

Die Kreatininkonzentration wurde durch die Jaffé - Reaktion nachgewiesen.

Nach der Bestimmung der Gesamteiweißkonzentration im Serum nach der Biuretmethode erfolgte die Serumelektrophorese auf Cellulose - Acetat - Folien mit anschließender photometrischer Auswertung der Elektrophorese - Diagramme.

Es wurde der Nachweis durch die Hämiglobinzyanidmethode gewählt, um neben den freien Hämoglobinderivaten im Serum auch das Hämialbumin mitzuerfassen. Dazu wurden 2 ml Zyanid - Reagenz und 0,5 ml Serum in eine Photometerküvette gegeben und gut durchmischt. Dadurch wurden alle Hämoglobinderivate in Hämiglobinzyanid überführt und konnten anschließend, nach Messung der Extinktionen im Spektralphotometer bei 540 und 680 nm gegen Zyanidlösung, über die Extinktionen errechnet werden.

Haptoglobin wurde durch einfache radiale Immundiffusion bestimmt. Dazu fanden M - Partigen Immundiffusionsplatten der Firma Behringwerke A.G. Marburg für Haptoglobin Verwendung. Diese Platten enthalten in einer gebrauchts-

fertigen Agargelschicht monospezifisches Antiserum, das durch Immunisierung von Kaninchen gewonnen wurde. Die Platten wurden mit 5 µl Patientenserum beschickt und dann fest verschlossen fünf Tage lang bei Raumtemperatur stehengelassen. Am fünften Tag wurde die Diffusionsstrecke ausgemessen und die Konzentration gemäß des Beipackzettels ermittelt.

Adrenalin und Noradrenalin

Der Harn wurde unmittelbar am Ende der Sammelperiode mit HCl auf einen pH von 1 - 2 eingestellt. 5 ml dieser Lösung wurden mit 20 µl EGTA/red. Glutathion versetzt und bei - 20°C bis zur weiteren Bestimmung eingefroren. Das Blut wurde unter strenger Vermeidung von Hämolyse abgenommen und sofort in einem Eiswasserbad aufbewahrt für den Transport in das Labor. Bei Ankunft im Labor wurde das Blut umgehend in einer Kühlzentrifuge zentrifugiert. Anschließend wurde das Plasma abpipettiert und bei - 20°C eingefroren. Die so vorbereiteten Proben wurden nach dem cat - a - kit - Verfahren (catecholamines radioenzymatic assay (^3H))(1,2) bestimmt.

Renin

Das im Eiswasser transportierte EDTA - Blut wurde sofort bei Ankunft im Labor 10 Minuten bei 5.000 U/min kühlzentrifugiert und das Plasma gegen einen Phosphatpuffer von pH 6,0 dialysiert. Das dialysierte Plasma wurde mit Dowex und Schafsubstrat, das von erwachsenen Schafen am 5. Tag nach Nephrektomie gewonnen wurde, eine Stunde lang bei 37°C inkubiert. Angiotensin wurde mit einem Methanol - Ammoniak - Gemisch extrahiert und

getrocknet. Der Angiotensin I enthaltende Rückstand wurde radioimmunologisch bestimmt. Die Aktivität des Renins wird in ng Ag/l angegeben.

2.3. Statistische Auswertung

Die Prüfwahlen auf Signifikanz U für die Gegenüberstellung von Läufern und Nichtläufern zum gleichen Zeitpunkt wurden nach dem U - Test (Wilcoxon, Mann, Whitney) für nicht gepaarte und nicht parametrische Stichproben ermittelt. Die Signifikanzen wurden, obwohl eine Einseitigkeit stark zu vermuten war, zweiseitig aus einer Tabelle (36) entnommen.

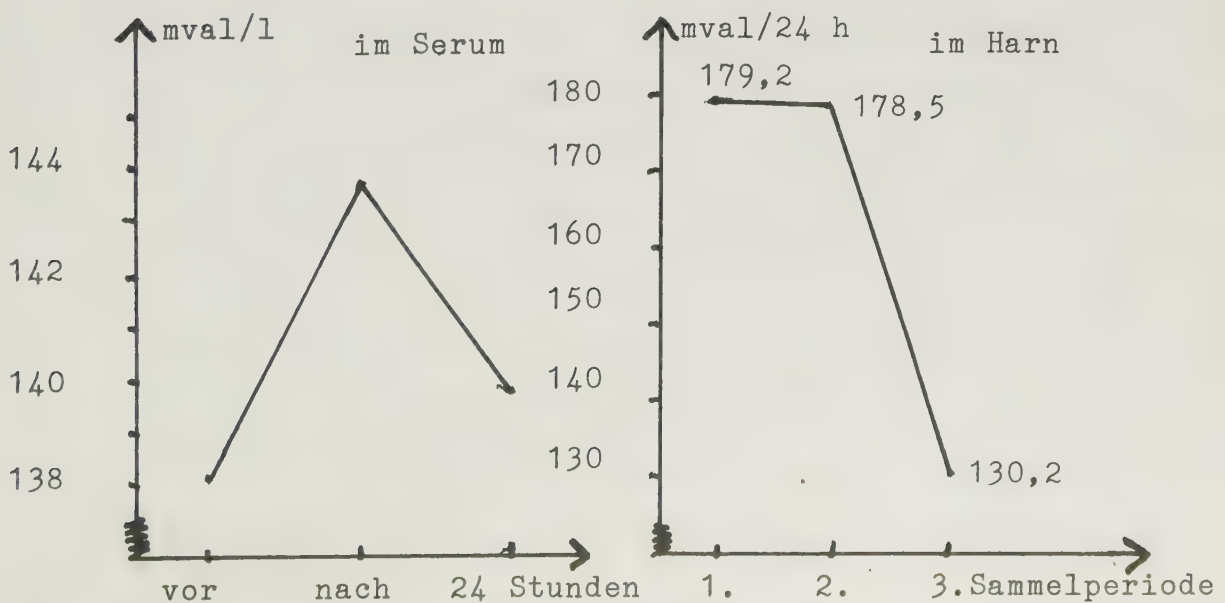
Die Prüfwahlen auf Signifikanz R für die Gegenüberstellung von Läufern bzw. Nichtläufern zu verschiedenen Zeitpunkten wurden nach dem Wilcoxon - Test für Paardifferenzen ermittelt. Die Signifikanzen wurden zweiseitig aus einer Tabelle (36) entnommen.

3. Vorstudie

3.1. Natrium

Im Vorversuch stiegen die Serumnatriumkonzentrationen im Mittel deutlich nach dem Lauf an. Nach 24 Stunden war der Ausgangswert noch nicht wieder erreicht. Der Anstieg läßt sich noch deutlicher darstellen, wenn die bei einer Probandin gemessenen Werte eliminiert werden, weil deren Serumnatriumkonzentration unter Belastung mit 77 mval/l gemessen worden war und damit unphysiologisch tief unterhalb des normalen Variationsbereiches lag. Der so ermittelte Wert übersteigt deutlich die normale Serumkonzentrierung (siehe Abb.1). Die Natriumausscheidung im Harn, jeweils als 24 Stunden - Gesamtausscheidung ermittelt, zeigt ein nahezu konstantes Verhalten vor und nach dem Lauf, jedoch einen deutlichen Abfall der Ausscheidung in der letzten Sammelperiode, die vier Stunden nach dem Lauf begann und dann 20 Stunden währte.

Abb.1 Natrium



Na im Serum	vor	nach	24 Std.
Durchschnitte	138,1	143,5	139,7
Mediane	138	144	139

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit in der Literatur dargestellten Ergebnissen, vor allem mit denen von G. Haralambie (3,4). Dieses Kation wurde in dem anschließenden Versuch deshalb nicht mehr bestimmt.

3.2. Kalium

Die im Vorversuch ermittelten Kaliumkonzentrationen im Serum zeigen einen leichten Abfall unmittelbar nach dem Lauf und einen deutlichen Abfall 24 Stunden nach Beginn des Laufes. Demgegenüber steht eine auf 24 Stunden umgerechnete Gesamtausscheidung, die in der zweiten Sammelperiode auf nahezu das Doppelte des Ausgangswertes ansteigt, um in der letzten Sammelperiode unter den Ausgangswert abzusinken (siehe Abb. 2).

Diese Ergebnisse decken sich weitgehend mit denen von Ulmeanu u. a. 1958, Salminen und Kontinen 1963 und Viru und Körge 1971 gefundenen Ergebnissen. Sie waren jedoch erneut durch die Ergebnisse von Haralambie 1978 (3) in Zweifel gezogen worden, da er unter langdauernder Belastung eine leichte Zunahme der Serumkaliumkonzentration fand, die er durch erhöhte Fragilität der Erythrozyten zu erklären suchte. Die letzte zu dieser Frage erschienene Arbeit von Böhmer 1979 (5) stellt jedoch ebenfalls einen

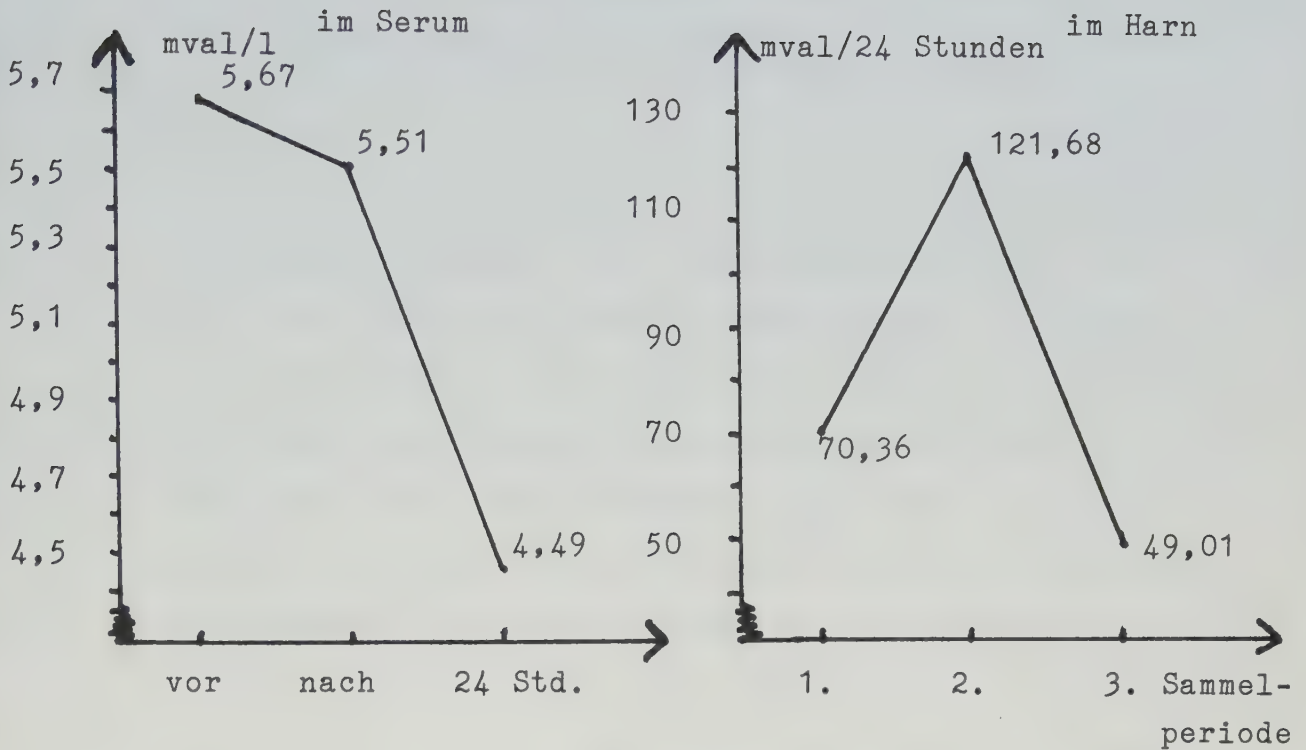


Abb.2

Abfall des Kaliums fest, so daß auf Grund der selbst ermittelten Werte von einer weiteren Bestimmung auch dieses Kations abgesehen wurde.

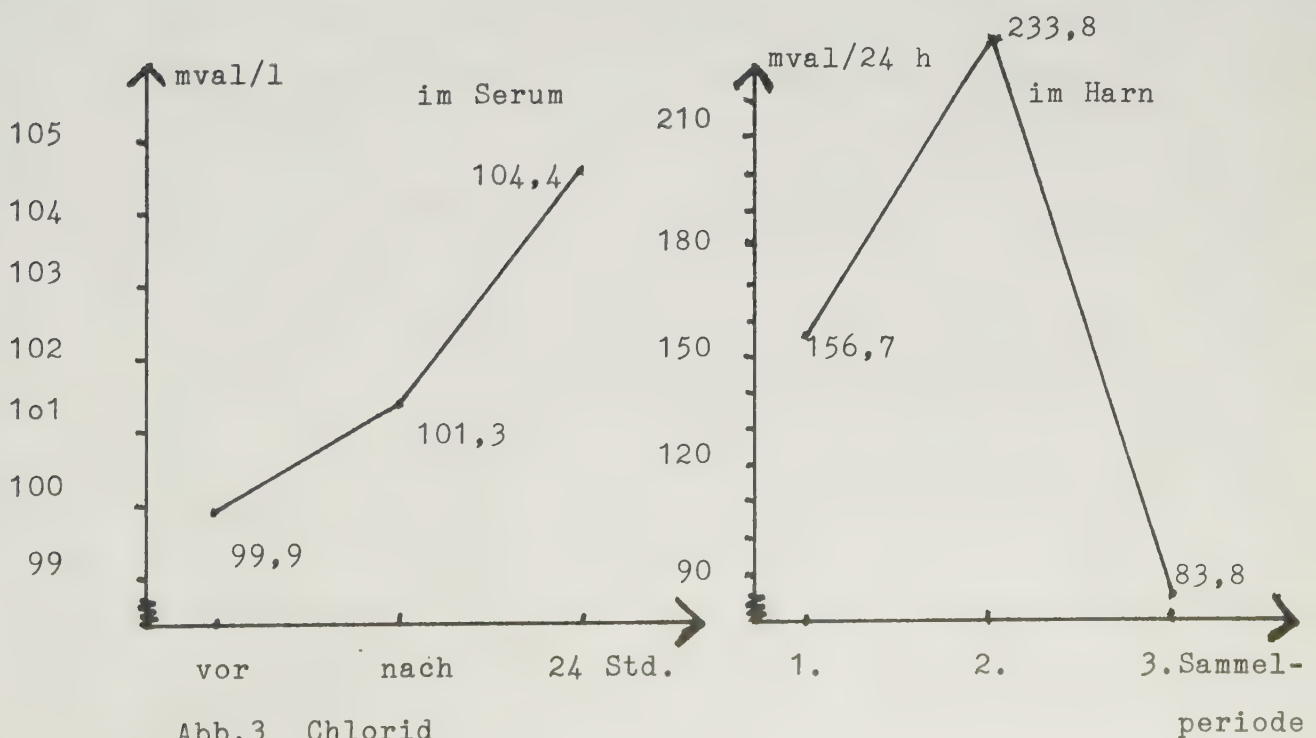
3.3 Calzium

Die im Vorversuch gefundenen Serumcalziumkonzentrationen zeigen gegenüber dem Ausgangswert keine wesentlichen Änderungen, es sei denn man korrigiert sie anhand der Zunahme der Serumproteine, als Anzeichen der Hämokonzentrierung, was eine leichte Abnahme des Calziumserumspiegels bedeuten würde. Demgegenüber steht eine Calziumgesamtausscheidung, auf 24 Stunden korrigiert, die von

einem Ausgangswert von 5,17 mmol/24 h vor dem Lauf auf einen nach dem Lauf ermittelten Wert von 7,41 mmol/24 h anstieg und auf einen Wert von 4,04 mmol/24 h in der letzten Sammelperiode abfiel.

3.4. Chlorid

Die Werte der Sportlerin mit dem starken Natriumserumkonzentrationsabfall außer acht lassend, bei der sich ein analoger Abfall der Chloridkonzentration im Serum auf einen Wert von 60 mval/l zeigte, stellte sich nach der Belastung eine Erhöhung um durchschnittlich 1,4 mval/l auf 101,3 mval/l dar. Am nächsten Tag wurde ein weiterer Anstieg auf 104,4 mval/l festgestellt. Die auf 24 Stunden korrigierte Chloridausscheidung im Harn erhöhte sich um die Hälfte von der ersten Sammelperiode zur zweiten, um dann auf etwa die Hälfte des Ausgangswertes wieder abzufallen (siehe Abb.3).



Chloridgesamtausscheidung

Cl mval/24 h	1.	2.	3. Sammelperiode
Durchschnitte	156,7	233,8	83,8
Mediane	149,8	159,9	70,6

3.5. Phosphat

Die Serumphosphatkonzentration stieg von 3,60 mg% auf 4,48 mg% nach dem Lauf an und fiel am nächsten Tag auf 4,19 mg% ab. Die auf 24 Stunden korrigierte Gesamtausscheidung anorganischen Phosphates im Harn stieg von der ersten Sammelperiode (1119 mg) auf 1757 mg in der zweiten Sammelperiode an, um dann auf 1065 mg zu fallen.

3.6. Kreatinin

Das Serumkreatinin vor der Belastung lag bei einem mittleren Wert von 0,88 mg% und erreichte nach der Belastung einen Wert von 1,04 mg%. Der am nächsten Morgen ermittelte Wert betrug 0,75 mg%. Die Uringesamtausscheidung auf 24 Stunden umgerechnet ergab einen Anstieg von 1521 mg auf 2711 mg und fiel in der letzten Sammelperiode auf 1260 mg ab.

3.7. Osmolarität

Die im Harn ermittelte Osmolarität stieg in der zweiten Sammelperiode gegenüber der ersten um 110 Milliosmol und fiel in der dritten wieder auf das Niveau des Ausgangswertes ab.

3.8. Haptoglobin

Der Serumhaptoglobinspiegel sank von 123,8 mg% vor

auf 96,7 mg% nach dem Lauf ab und stieg bis zum nächsten Morgen auf 113,0 mg% an.

3.9. Hämoglobin

Das im Serum nachgewiesene Hämoglobin zeigte einen Anstieg von 24,7 mg% vor auf 50,4 mg% nach dem Lauf. Bei der am nächsten Tag entnommenen Blutprobe zeigte sich ein gemittelter Wert von 6,0 mg%. In keiner der Harnproben ließ sich Hämoglobin nachweisen, obwohl zwei der Sportler einen Serumspiegel von 156 bzw. 316 mg% aufwiesen, damit also deutlich über der Nierenschwelle lagen.

3.10. Protein

Eiweiß im Harn wurde sowohl vor dem Lauf, als auch am Tag nach dem Lauf bei keinem der Sportler gemessen. In der zweiten Sammelperiode wurde bei sechs Sportlern Eiweiß im Harn nachgewiesen (4,6; 8,6 ; 9,9; 35,2; 49,0; 55,5 mg%). Auf die vier Stunden dieser Sammelperiode bezogen ergibt sich damit eine Gesamtausscheidung von : 8,74 mg, 15,48 mg, 12,87 mg, 70,4 mg, 112,7 mg, 133,2 mg.

3.11. Harnsediment

Erythrozyten ließen sich nur bei einem der Sportler in dem vor dem Lauf gesammelten Urin nachweisen. In der dem Lauf folgenden Harnsammelperiode fanden sich bei sechs Läufern Erythrozyten im Urin und in der letzten Sammelperiode noch bei drei der sechs Läufer.

wobei auffiel, daß ausschließlich Läufer betroffen waren, bei denen zuvor bereits eine Proteinurie festgestellt worden war.

Leukozyten fanden sich vor dem Lauf bei sieben der Untersuchten im Harn, nach dem Lauf bei drei und in der letzten Harnsammelperiode bei fünf Läufern.

Hyaline Zylinder wurden in keiner der vor dem Lauf gesammelten Harnproben gefunden; in der dem Lauf folgenden Harnsammelperiode ließen sich bei sieben Sportlern hyaline Zylinder nachweisen, welche sich bei zwei der sieben Sportler auch in der letzten Sammelperiode noch fanden.

3.12. Adrenalin

Die aus dem Plasma bestimmten AdrenalinKonzentrationen zeigten für die ersten drei Abnahmezeitpunkte keine einheitlichen Veränderungen bei den einzelnen Sportlern. Die Durchschnittswerte zeigten nach 5 km und noch etwas deutlicher nach 10 km einen Abfall gegenüber dem Ruwert. Von dem folgendem Anstieg (15 km - Wert) um durchschnittlich 19 ng/l waren alle Sportler in verschiedenem Ausmaß betroffen. Der erneute durchschnittliche Anstieg um 19 ng/l vom 15 km - Wert zum 20 km - Wert war im Wesentlichen durch einen Sportler verursacht. Die durchschnittliche Adrenalinplasmakonzentration kehrte bereits eine Stunde nach dem Lauf nahe dem Ausgangspunkt zurück, wobei nur ein Sportler eine deutliche Ausnahme machte (siehe Tabelle 1).

Demgegenüber steht eine Adrenalinharnkonzentration, die sich bei allen zwanzig Sportlern von der ersten zur zweiten Harnsammelperiode erhöhte, durchschnittlich um das 3 - fache. Die auf 24 Stunden Gesamtausscheidung umgerechneten Werte zeigten einen Anstieg von 5.717 ng/24 Stunden auf über das 4 - fache. In der dritten Harnsammelperiode fiel die Adrenalin-ausscheidung deutlich unter den Ausgangswert zurück.

Harnkonzentrationen an Adrenalin		ng/l		
	1.Sammelper.	2.Sammelper.	3.Sammelper.	
Durchschnitte	5.370	14.604	4.338	
Adrenalingesamtausscheidung / 24 Stunden				ng
Durchschnitte	5.717	23.667	3.521	

3.13 Noradrenalin

Bei allen sechs Läufern zeigte sich nach 5 km eine Erhöhung des Noradrenalinplasmaspiegels um durchschnittlich 100 ng/l. Die Plasmakonzentrationen stiegen bis nach 15 km an und fallen dann nach 20 km wieder ab. Nach einer Stunde Ruhe ist die Noradrenalin-konzentration noch um 200 ng/l gegenüber dem Ausgangswert erhöht gewesen (siehe Tabelle 1).

Die Noradrenalin-konzentration im Harn stieg bei allen zwanzig Sportlern von der ersten Harnsammelperiode zur zweiten um das mindestens zweifache und höchstens 25-fache an (Durchschnitte : 19.425 - 63.497 ng/l). Ebenso deutlich ließ sich in der dritten Urinsammelperiode ein Abfall gegenüber der zweiten auf den Ausgangswert

zeigen. Die Noradrenalin-harnkonzentrationen auf die 24 Stunden - Gesamtausscheidung umgerechnet ergibt eine weitere Verdeutlichung:

Durchschnitte der

1. Sammelperiode 20.358 ng

2. Sammelperiode 92.968 ng

3. Sammelperiode 16.607 ng

Drei der Sportler schieden in der zweiten Sammelperiode auf 24 Stunden bezogen über 150.000 ng aus.

3.14. Renin

Die Blutreninkonzentration stieg bei allen Läufern während des gesamten Laufes an und fiel nach einer Stunde Ruhe auf das Doppelte des Ruhewertes ab (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1

		vor	5 km	10 km	15 km	20 km	1 Stunde nach dem Lauf	
1	Noradren.	460	844	837	1285	1106	717	ng/l
	Adrenalin	85	110	84	121	104	149	ng/l
	Renin	6,6	18,0	21,5	24,0	27,0	14,4	ng Ag/l
2	Noradren.	336	407	323	378	576	337	ng/l
	Adrenalin	82	87	51	55	82	56	ng/l
	Renin	6,1	22,2	25,0	30,2	39,6	14,7	ng Ag/l
3	Noradren.	403	469	714	832	756	401	ng/l
	Adrenalin	90	64	104	105	245	83	ng/l
	Renin	4,9	10,1	15,9	16,9	19,2	9,5	ng Ag/l
4	Noradren.	-	269	294	566	527	684	ng/l
	Adrenalin	-	54	44	71	67	74	ng/l
	Renin	4,2	9,9	11,6	14,2	19,5	7,3	ng Ag/l
5	Noradren.	226	354	454	492	590	351	ng/l
	Adrenalin	68	64	76	85	85	48	ng/l
	Renin	4,1	5,4	10,9	11,4	13,8	9,9	ng Ag/l
6	Noradren.	201	263	321	760	619	745	ng/l
	Adrenalin	72	59	67	104	73	84	ng/l
	Renin	4,2	8,5	12,5	18,0	22,0	8,6	ng Ag/l

Durchschnitte:

Noradren.	325,2	434,3	490,5	718,8	595,7	539,2	ng/l
Adrenalin	79,4	73,0	71,0	90,2	109,3	82,3	ng/l
Renin	5,02	12,35	16,23	19,12	23,52	10,73	ng Ag/l

4. Hauptstudie

4.1. Kalzium

Die Serumkalziumkonzentrationen nahmen unter der Belastung zu und erreichten nach 24 Stunden wieder den Ausgangswert, während sich bei der nicht laufenden Kontrollgruppe eine Abnahme der Serumkalziumkonzentrationen sowohl vom ersten zum zweiten, als auch vom zweiten zum dritten Blutentnahmezeitpunkt zeigte.

Die Kalziumkonzentrationen im Vollblut zeigten bei den Läufern zu den letzten beiden Entnahmen einen geringfügigen Anstieg, dem ein Anstieg vom ersten zum zweiten Entnahmezeitpunkt und ein anschließendes Zurückkehren auf den Ausgangswert der Kontrollgruppe gegenübersteht. Die auf 24 Stunden umgerechnete Kalziumharnausscheidung verringerte sich bei den Läufern, während sie bei der nicht laufenden Kontrollgruppe zunächst um 100 ppm anstieg, um dann um 142 ppm abzufallen.

Kalzium im Serum	mmol/l		
	a	b	c
Läufer	2,475	2,493 (+0,018)	2,475 (-0,018)
Kontrollgruppe	2,485	2,450 (-0,035)	2,438 (-0,012)
Kalzium im Vollblut	mmol/l		
Läufer	1,417	1,423 (+0,005)	1,425 (+0,002)
Kontrollgruppe	1,397	1,419 (+0,022)	1,398 (-0,021)
Kalzium im Harn/24 Stunden	ppm		
Läufer	233,55	208,98	(-24,57) 188,47 (-20,51)
Kontrollgruppe	214,03	314,84	(+100,81) 172,74 (-142,1)

4.2. Magnesium

Bei der nicht laufenden Kontrollgruppe ließen sich - wie erwartet - keine signifikanten Änderungen der Serummagnesiumkonzentrationen nachweisen. Bei den Läufern zeigte sich ein mittlerer Abfall der Serummagnesiumkonzentration von 0,8321 mmol/l auf 0,7877 mmol/l und ein anschließender Anstieg auf 0,8371 mmol/l (Irrtumswahrscheinlichkeit unter 0,1%).

LA - LB 0,1% NA - NB n.s. LA - NA n.s.

LA - LC n.s. NA - NC n.s. LB - NB 0,1%

LB - LC 1 % NB - NC n.s. LC - NC n.s.

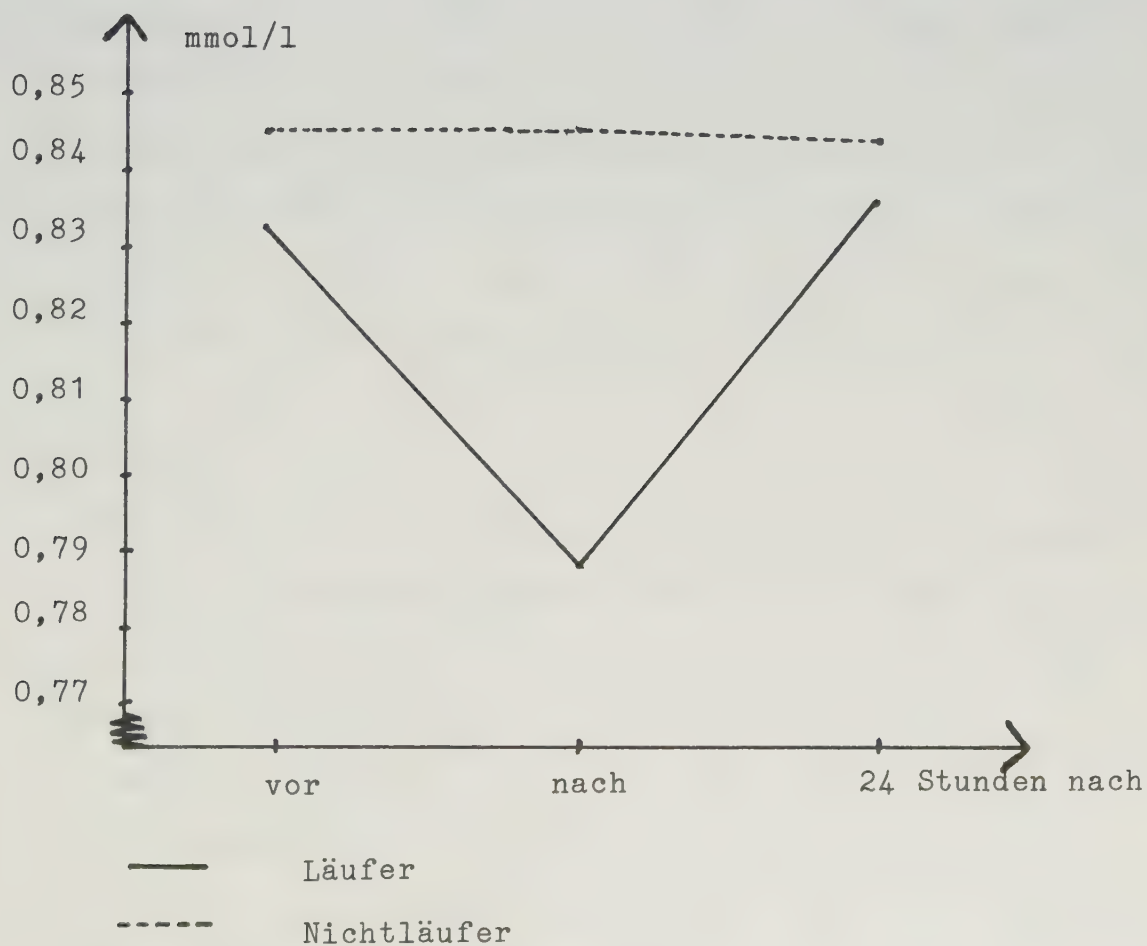


Abb.4 Magnesium im Serum

Die im Vollblut ermittelten Magnesiumkonzentrationen zeigten vom ersten zum zweiten Entnahmezeitpunkt keine wesentlichen Veränderungen. Die aus der letzten Blutprobe ermittelten Werte zeigten einen leichten Abfall der Magnesiumkonzentrationen, die bei den Läufern deutlicher war, als bei den Nichtläufern.

Durchschnitte in mmol/l

Läufer	1,3887	1,3800	1,3553
Nichtläufer	1,3460	1,3447	1,3379

Die auf 24 Stunden umgerechneten Harnmagnesiumausscheidungen machten folgenden durchschnittlichen Verlauf:

	1.	2.	3. Sammelperiode
Läufer	6,342	5,420	5,022 mmol
Nichtläufer	5,024	6,979	4,641 mmol

Dabei wiesen bis auf drei Läufer alle das durchschnittliche Verhalten auf; bei der Kontrollgruppe ließ sich von der zweiten zur dritten Sammelperiode ein gleichsinniger Abfall von allen Sportlern, bis auf vier, nachweisen.

4.3. Eisen

Während sich in der Kontrollgruppe keine Serumeisenkonzentrationsänderungen nachweisen ließen, zeigte sich bei allen Läufern, bis auf einen, ein Anstieg durch die Belastung um durchschnittlich 0,413 ppm auf 1,525 ppm. Am darauffolgenden Tag zeigte sich ein leichter Rückgang um durchschnittlich 0,122 ppm.

Die aus dem Vollblut bestimmten Eisenkonzentrationen machten bei den Nichtläufern einen durchschnittlichen Abfall über 5 ppm und am nächsten Tag einen Anstieg auf

494,2 ppm und damit auf 2 ppm über das Ausgangsniveau deutlich (Signifikanz unter 5% für den Abfall der Vollbluteisenkonzentration). Dem gegenüber ließ sich bei den Läufern ein Anstieg der Vollbluteisenkonzentration nach der Belastung um durchschnittlich 8,5 ppm, und damit der Kontrollgruppe gegensinnig, mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von deutlich unter einem Prozent nachweisen. Am darauffolgenden Tag wurde eine Eisenkonzentration im Vollblut von durchschnittlich 481,55 ppm ermittelt, die 14 ppm unter dem Ausgangsniveau lag und damit sich gegenüber dem ersten und auch dem zweiten Wert mit einer Signifikanz von unter 0,1% änderte.

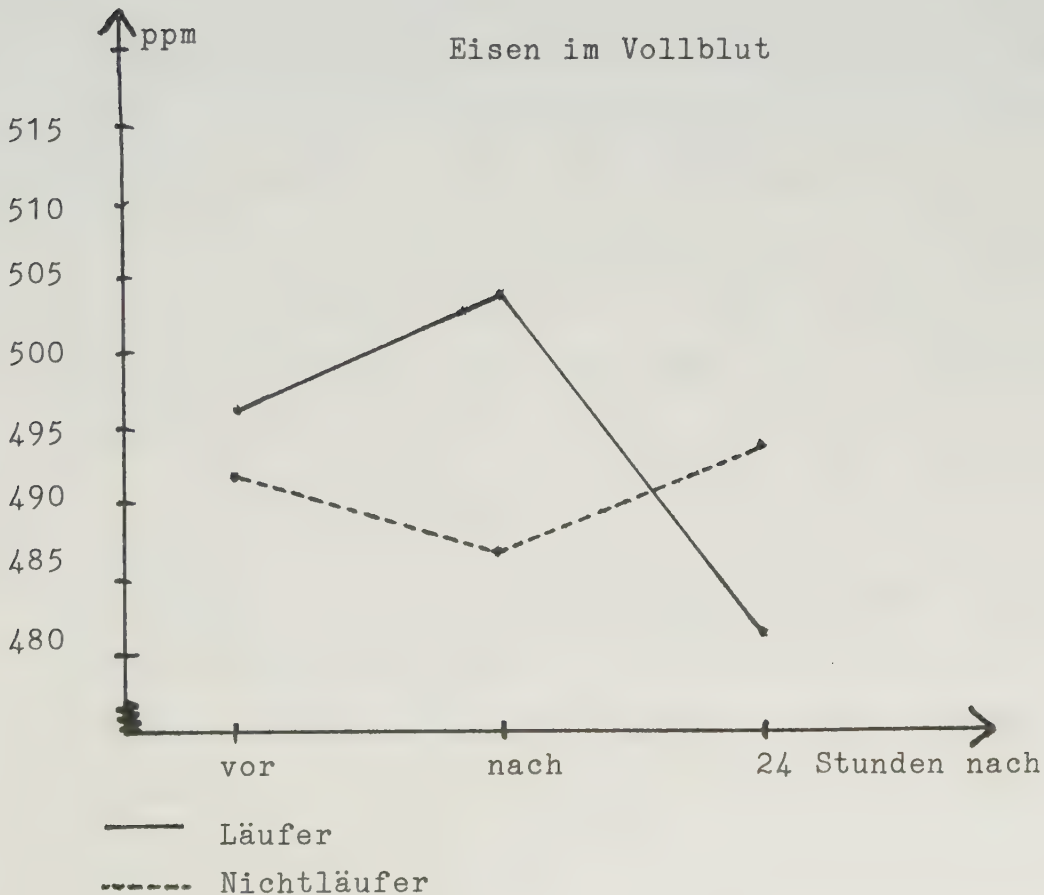


Abb.5 Eisen im Vollblut

4.4. Kupfer

Die Serumkupferkonzentration zeigte genau folgendes gegensätzliches Verhalten von Läufern und Nichtläufern:

Läufer	1,003	1,043	0,999	ppm
Nichtläufer	1,001	0,991	1,013	ppm

Es ließ sich jedoch in den beiden Gruppen kein eindeutig homonymes Verhalten finden.

Bei der im Vollblut bestimmten Kupferkonzentration zeigte sich bei den Läufern nach der Belastung ein deutlicher Anstieg von 0,713 ppm auf 0,750 ppm, der bei den Nichtläufern von der gleichen Ausgangskonzentration auf 0,729 ppm anstieg. Am nächsten Tag fand sich bei den Läufern ein Kupferspiegel von 0,745 ppm im Vollblut, bei der Kontrollgruppe von 0,768 ppm.

Die auf 24 Stunden umgerechnete Kupferharnausscheidung stieg bei den Läufern von 0,05623 ppm auf 0,07036 ppm und fiel am nächsten Tag auf 0,04057 ppm. Die bei der Kontrollgruppe ermittelten Werte erhöhten sich von 0,05041 ppm auf 0,09489 ppm und sanken bis zum nächsten Tag auf 0,03953 ppm. Alle angegebenen Werte sind Durchschnittswerte.

4.5. Zink

Die mittlere Serumzinkkonzentration der Läufer stieg sowohl während des Laufes als auch bis zum nächsten Tag. Die aus der Kontrollgruppe ermittelten Werte fielen zunächst und erreichten am nächsten Tag nicht wieder den Ausgangswert.

Die aus dem Vollblut bestimmten Zinkkonzentrationen sanken nach dem Lauf und stiegen bis zum nächsten Tag wieder bei beiden Gruppen.

Während die Zinkharnkonzentrationen bei den Läufern deutlich durch die Belastung zunahmen, fielen sie in der Kontrollgruppe. Bis zum nächsten Tag fielen die Zinkharnkonzentrationen der Läufer um die Hälfte des Anstieges, bei den Nichtläufern wurde der Ausgangswert wieder erreicht.

Umgerechnet auf die 24 Stunden - Zinkharnausscheidung zeigte sich für beide Gruppen ein deutlicher Anstieg und bis zum nächsten Tag ein Abfall unter den Ausgangswert.

Zink im Serum			ppm
Läufer	0,8207	0,8547	0,8800
Nichtläufer	0,8047	0,7387	0,7900
Zink im Vollblut			
Läufer	5,4987	5,4093	5,4747
Nichtläufer	5,5467	5,4813	5,5686
Zink im Harn			
Läufer	0,3167	0,5527	0,4213
Nichtläufer	0,4233	0,3657	0,4393
Zink im Harn/24 Stunden			
Läufer	0,3825	0,5250	0,3439
Nichtläufer	0,4345	0,5876	0,3793

4.6. Gesamtstickstoff

Die Harngesamtstickstoffkonzentration nahm bei den Läufern nach der Belastung leicht zu und erreichte am nächsten

Tag eine durchschnittliche Konzentration von 1425,7 mg% gegenüber einer Ausgangskonzentration von 1060,1 mg%. Die Gesamt - N_2 - Konzentrationen fielen bei der Kontrollgruppe von der ersten zur zweiten Sammelperiode um etwa 200 mg% ab und stiegen bis zum nächsten Tag wieder um durchschnittlich 100 mg%.

Die auf 24 Stunden umgerechneten Harngesamtstickstoffausscheidungen zeigten bei den Läufern einen geringfügigen Abfall von im Durchschnitt 34 mg von der ersten zur zweiten Harnsammelperiode und fielen von der zweiten zur dritten Sammelperiode im Mittel um 129 mg auf 1200 mg. Demgegenüber ließ sich bei den nichtlaufenden Probanden zunächst ein Anstieg um durchschnittlich 600 mg nachweisen, dem ein Abfall in der letzten Sammelperiode von 860 mg auf 1086 mg folgte.

4.7. Phosphat

Die aus dem Serum bestimmten Phosphatkonzentrationen zeigten einen gemittelten, deutlichen Anstieg, der bei den Läufern doppelt so groß war wie bei den Nichtläufern; beide Gruppen erreichten am nächsten Tag nicht den Ausgangswert.

Die Harnkonzentrationen stiegen bei den Läufern zunächst wenig, dann deutlich an. Bei der Kontrollgruppe wurde zunächst ein Abfall, dann ein Anstieg auf das Ausgangsniveau festgestellt.

Bei den 24 Stunden - Phosphatausscheidungen ließen sich bei den Läufern keine wesentlichen Veränderungen erkennen; bei den Nichtläufern ergab sich ein Anstieg mit nachfolgendem Abfall unter den ersten Wert.

Phosphat im Serum			mg%
Läufer	3,46	4,83	4,26
Nichtläufer	3,48	4,22	3,93
Phosphat im Harn			mg%
Läufer	84,50	87,17	127,77
Nichtläufer	107,23	85,01	109,76
24 Stunden - Harn			mg
Läufer	1069,48	1030,24	1090,46
Nichtläufer	1109,44	1433,06	941,09

4.8. Chlorid

Die Serumchloridkonzentrationen der Läufer stiegen im Durchschnitt von 99,20 mmol/l auf 105,20 mmol/l vom ersten zum zweiten Entnahmezeitpunkt und blieben auch bei der dritten Entnahme bei 105,33 mmol/l. Die Kontrollgruppe wies ein ähnliches Verhalten auf (98,80 mmol/l - 104,33 mmol/l - 104,26 mmol/l).

Bei beiden Gruppen ließ sich ein Anstieg, bei den nicht-laufenden Sportlern deutlicher, von der ersten zur zweiten Harnsammelperiode nachweisen; die Harnchloridkonzentrationen fielen in der dritten Sammelperiode deutlich unter den Ausgangswert ab. Bezieht man diese Werte auf die in 24 Stunden über den Harn ausgeschiedenen Mengen, so ergibt sich folgendes Bild:

Läufer	214,21	220,68	112,61	mmol
Nichtläufer	148,36	342,20	112,29	mmol

4.9. Kreatinin

Die Serumkreatininkonzentrationen erhöhten sich bei den

Läufers von der ersten zur zweiten Blutentnahme um durchschnittlich 0,260 mg% auf 1,160 mg%, um dann sich bis zum nächsten Tag auf 0,973 mg% zu erniedrigen. Die aus der Kontrollgruppe ermittelten Werte betrugen 0,893 mg% für den ersten, 0,967 mg% für den zweiten und 0,953 mg% für den dritten Entnahmezeitpunkt (siehe Abb.6).

Die Harnkonzentrationen der Läufer stiegen von 116 mg% vor dem Lauf auf 182 mg% nach dem Lauf an und fielen in der letzten Sammelperiode auf 152 mg%. Die Kreatininkonzentrationen im Harn der Kontrollgruppe zeigten keine wesentlichen Veränderungen (129 - 117 - 130 mg%).

Die Kreatininesamtausscheidung auf 24 Stunden umgerechnet machte eine Erhöhung von 1427 mg auf 1847 mg und ein anschließendes Absinken auf 1199 mg bei den Läufern und ein analoges Verhalten (1321 - 2051 - 1115 mg) bei der Kontrollgruppe deutlich.

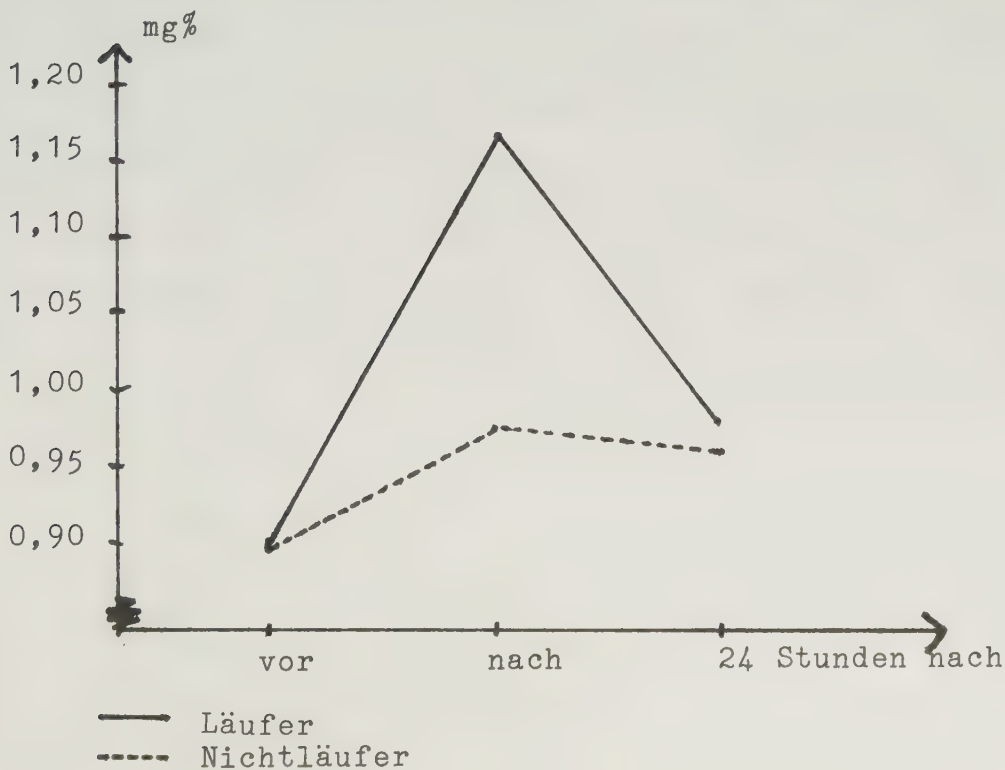


Abb.6 Kreatinin im Serum

4.10. Harnvolumina

Die absoluten Harndurchschnittsvolumina waren:

Läufer	1372	207	749	ml
Nichtläufer	1110	309	856	ml

Rechnet man die Volumina auf 24 Stunden um, so ergeben sich folgende Werte:

Läufer	1372	1242	890	ml
Nichtläufer	1110	1854	1027	ml

Und faßt man den zweiten und dritten Wert zum echten 24 Stunden - Wert zusammen, so ergibt sich für die Läufer 954 ml und für die Kontrollgruppe 1146 ml.

4.11. Clearances (Kreatinin)

Der Kreatininclearance betrug vor dem Lauf bei den Läufern durchschnittlich 106,2 ml/min, bei den nichtlaufenden Sportlern 96,8 ml/min. Er erhöhte sich bei beiden Gruppen in der zweiten Harnsammelperiode, bei den Läufern auf 116,8 ml/min, bei den Nichtläufern auf 127,7 ml/min. In der dritten Sammelperiode fiel er bei den Läufern auf 82,0 ml/min, bei der Kontrollgruppe auf 77,5 ml/min. Faßt man die zweite und die letzte Harnsammelperiode zusammen, so erhält man als 24 Stunden - Wert für die Läufer 87,8 ml/min, für die Kontrollgruppe 85,8 ml/min.

4.12. Osmolarität

Die Harnosmolarität der Läufer stieg von 941 mosmol vor dem Lauf auf 1078 mosmol nach dem Lauf an und fiel in der letzten Harnsammelperiode auf 800 mosmol ab.

Bei den Nichtläufern fiel die Osmolarität von 963 mosmol auf 914 mosmol und schließlich auf 853 mosmol.

4.13. Hämatokrit

Der Hämatokrit betrug bei beiden Gruppen 41,267 % vor dem Lauf, stieg dann bei den Läufern auf 42,733 Vol% und fiel schließlich auf 40,267 % und damit deutlich unter das Ausgangsniveau ab. Dieses Verhalten ließ sich bei allen, bis auf zwei Läufern nachweisen. Demgegenüber zeigte sich kein einheitliches Verhalten bei den Nichtläufern, bei denen zum zweiten Entnahmezeitpunkt ein durchschnittlicher Hämatokrit von 41,400 % und zum dritten Blutentnahmezeitpunkt von 41,733 Vol% nachzuweisen war.

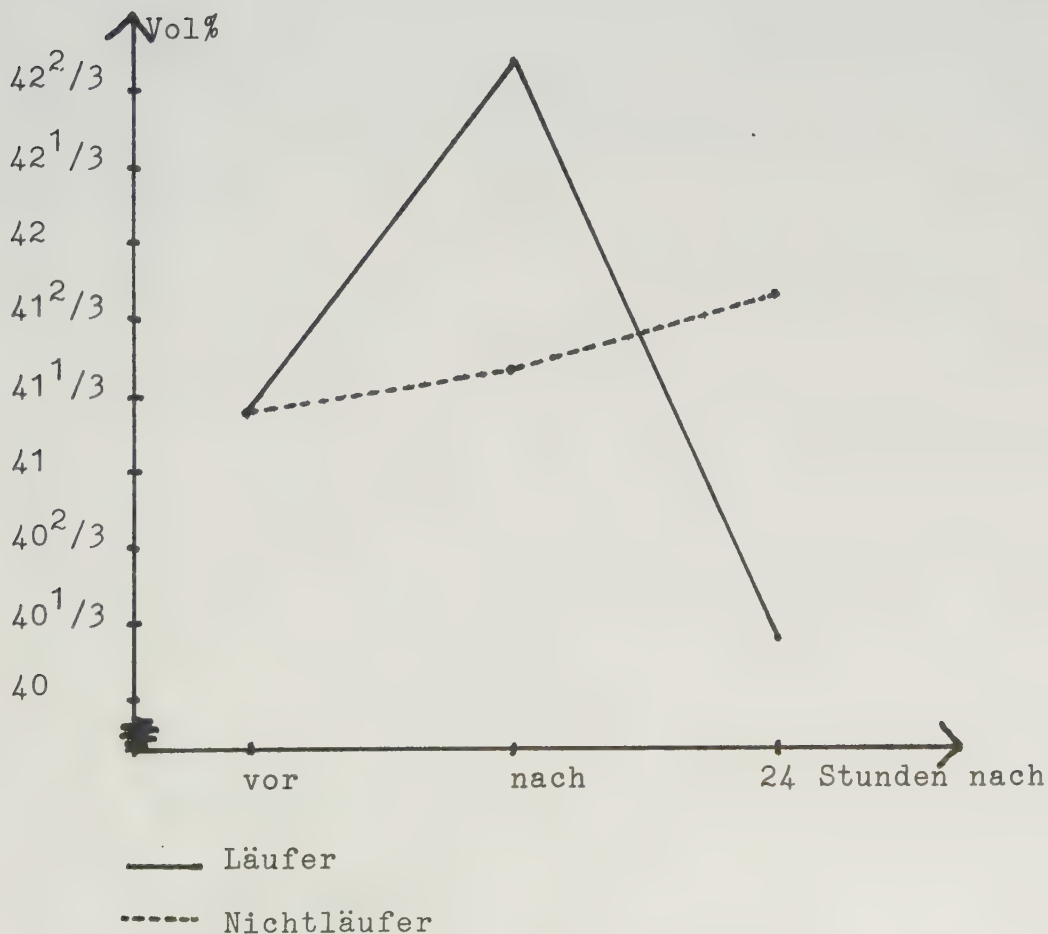


Abb.7 Hämatokrit

4.14. Protein

Bei der laufenden Sportlergruppe ließ sich ein mittlerer Gesamteiweißanstieg von 6,9647 g/100 ml auf 7,2133 g/100 ml signifikant nachweisen, da sich die mittleren Werte der Kontrollgruppe von 6,9353 g/100 ml auf 6,7280 g/100 ml, also gegensinnig mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 0,1 % änderten. Die letzten Werte der Serumproteinkonzentration änderten sich für beide Gruppen, wenn auch gleichsinnig, gegenüber dem Ausgangswert mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von unter einem Prozent, für die Läufer auf 6,7027 g/100 ml, für die nichtlaufende Kontrollgruppe auf 6,7533 g/100 ml. Es ließ sich bei dem

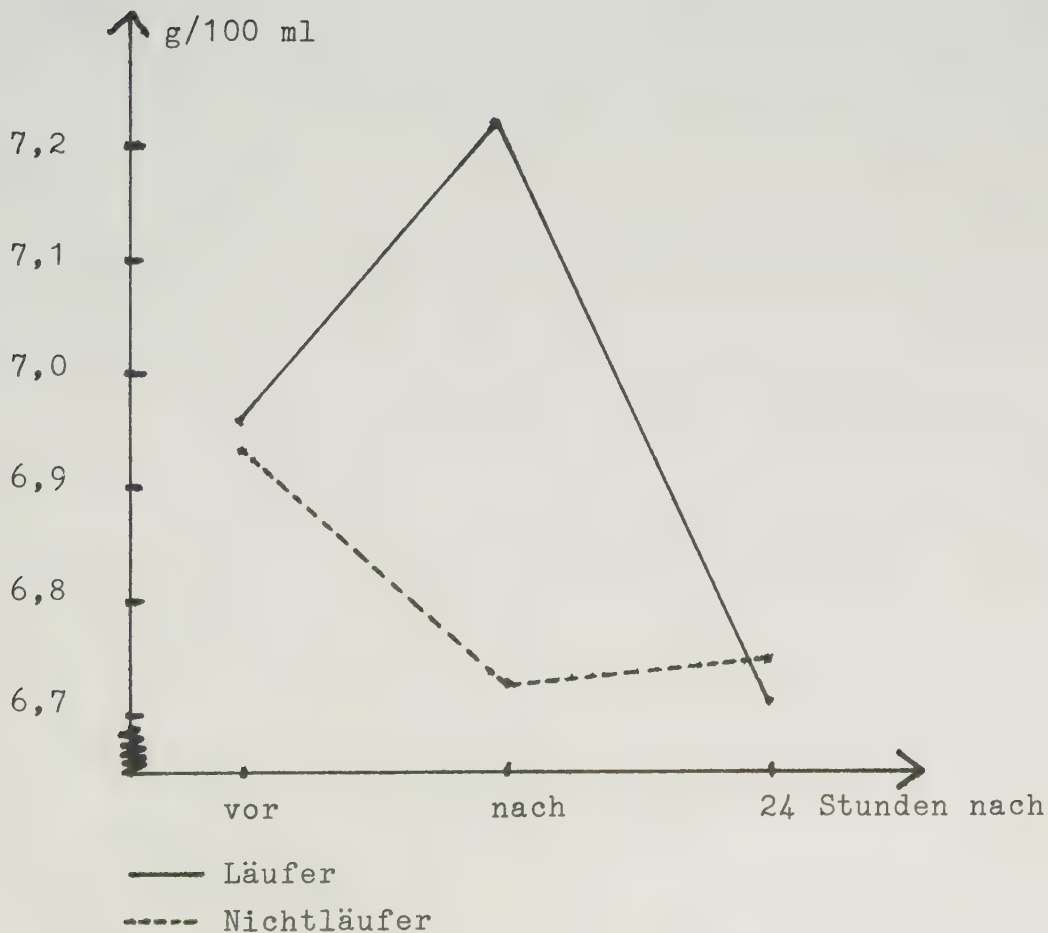


Abb.8 Gesamteiweiß

Vergleich der zweiten gegenüber den dritten Werten bei den Nichtläufern keine signifikante Änderung feststellen, dagegen ist bei den Läufern die Nullhypothese mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 99,9 % zu verwerfen. Bei dem Vergleich der beiden Gruppen gegeneinander zum gleichen Zeitpunkt ließ sich für die zweite Entnahme eine deutliche Signifikanz zeigen (siehe Abb.8).

4.15.Haptoglobin

In der Läufergruppe ließ sich ein mittlerer Abfall von 109,87 mg/dl auf 92,80 mg/dl und schließlich ein Anstieg auf 97,29 mg/dl Haptoglobinkonzentration im Serum mit einer unter einem Prozent liegenden Fehlerwahrscheinlich-

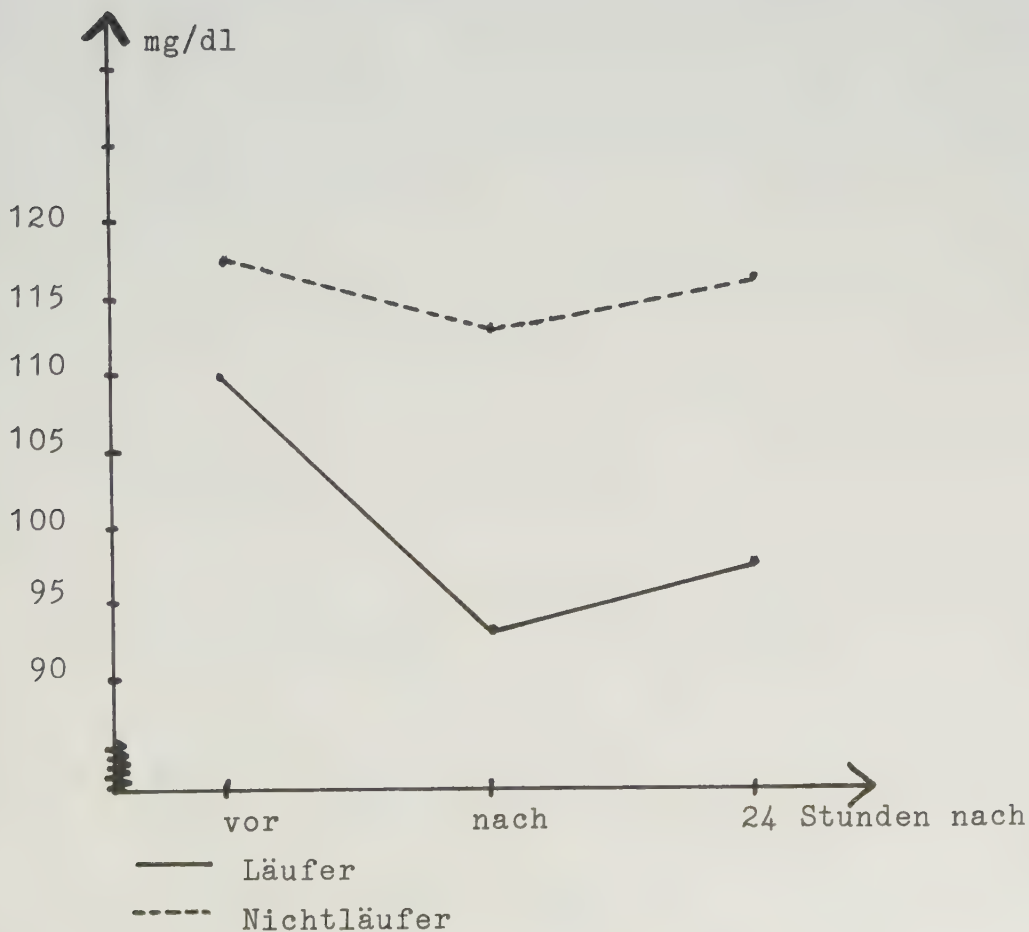


Abb.9 Haptoglobin

keit nachweisen. Der in sich völlig uneinheitliche Verlauf der Werte der Kontrollgruppe (117,20 - 113,40 - 116,57 mg/dl) zeigte keine Signifikanz (siehe Abb.9). Der Vergleich der beiden Gruppen zum gleichen Entnahmepunkt war zwar deutlich unterschiedlich, jedoch nicht signifikant.

4.16. Elektrophorese

4.16.1. Albumine

Die im Serum gemessene Albuminkonzentration der Sportler stieg von 4,08 g/100 ml, was 58,7 % entsprach, auf einen durchschnittlichen Wert von 4,15 g/100 ml (57,7 %) an und anschließend sank die Serumalbuminkonzentration auf 3,77 g/100 ml (56,5 %) ab. Bei den nichtlaufenden Sportlern ließ sich ein durchschnittlicher Abfall der Serumalbuminkonzentration von 3,92 g/100 ml (56,6 %) auf 3,69 g/100 ml (54,9 %) nachweisen mit einer nachfolgenden durchschnittlichen Serumalbuminkonzentration von 3,87 g/100 ml (57,2 %).

4.16.2. Alpha - 1 - Globuline

Es ließ sich bei den Läufern Serum - alpha - 1 - globulinkonzentrationen von durchschnittlich 0,247 g/100 ml (3,45 %) vor dem Lauf, 0,290 g/100 ml (3,99 %) nach dem Lauf und nach 24 Stunden von 0,280 g/100 ml (4,15 %) zeigen, die im Gegensatz zu den bei den Nichtläufern gefundenen Serum - alpha - 1 - globulinkonzentrationen

von 0,269 g/100 ml (3,87 %) - 0,271 g/100 ml (4,03 %) - 0,245 g/100 ml (3,64 %) standen.

4.16.3. Alpha - 2 - Globuline

Die Serum - alpha - 2 - globulinkonzentrationen betrugen bei den Läufern in der Reihenfolge der Abnahme im Mittel: 0,715 g/100 ml (10,34 %) - 0,697 g/100 ml (9,69 %) - 0,673 g/100 ml (9,95 %). Bei den Nichtläufern betrugen die entsprechenden Werte: 0,749 g/100 ml (10,86 %) - 0,677 g/100 ml (10,17 %) - 0,695 g/100 ml (10,33 %).

4.16.4. Betaglobuline

Die anfängliche Serum - beta - globulinkonzentration der Läufer von 0,759 g/100 ml entsprechend 10,87 % stieg zunächst auf 0,820 g/100 ml (11,33 %), fiel dann jedoch auf 0,688 g/100 ml (10,32 %). Bei den nichtlaufenden Sportlern zeigte sich der anfängliche Anstieg vom gleichen Ausgangswert, der 10,89 % entsprach, auf 0,833 g/100 ml (12,30 %) deutlicher, der anschließende Abfall auf 0,769 g/100 ml (11,41 %) war hingegen weniger deutlich ausgeprägt.

4.16.5. Gammaglobuline

Die Serum - gamma - globulinausgangskonzentration der laufenden Sportler erhöhte sich von 1,152 g/100 ml (16,55 %) über 1,259 g/100 ml (17,40 %) auf 1,273 g/100 ml (19,02 %). Die entsprechenden Werte

der Kontrollgruppe waren : 1,233 g/100 ml (17,71 %) -
1,260 g/100 ml (18,69 %) - 1,179 g/100 ml (17,43 %).

4.16.6. Gesamtglobuline

Die Gesamtglobulinkonzentration der Läufer stieg von
2,87 g/100 ml (41,2 %) vor dem Lauf auf 3,07 g/100 ml
(42,4 %) nach dem Lauf an und fiel schließlich auf
2,91 g/100 ml (43,5 %). Die Serumglobulinkonzentration
der Nichtläufer stieg zunächst geringfügig von 3,01
g/100 ml (43,3 %) auf 3,04 g/100 ml (45,2 %), um
dann deutlich auf 2,89 g/100 ml (42,8 %) abzufallen.

5. Diskussion

Die schon von Haralambie und Berg (3,4) beschriebenen Natriumerhöhungen im Serum nach Belastung konnten auch in dieser Studie nachgewiesen werden.

Die Wasserverluste über die Lunge und den Schweiß, wobei die Konzentrationen des Natriums im Schweiß bei langdauernden körperlichen Anstrengungen deutlich niedriger und die Konzentrationen an Kalium und Kalzium deutlich höher liegen und ein Schweißverlust von 2,2 - 2,5 l auftritt, führen zu einer Volumenverminderung im Kreislauf, die jedoch, gemessen an dem Hämatokrit und dem Serum-eiweiß, geringer ist, als der Anstieg des Serumnatriums. Das heißt, es gehen durch den Schweiß relativ mehr Wasser, Kalium und Kalzium verloren als Natrium, bezogen auf die Serumkonzentrationen. Der Natriumspiegel wird nicht direkt durch die Azidose beeinflusst. Der nachfolgende Abfall des Natriumspiegels entspricht in seinem Ausmaß weitgehend der Volumenzunahme, die durch Wasseraufnahme (Trinken) zu erklären sein dürfte.

Die Natriumausscheidung über den Harn, die für die ersten beiden Sammelperioden gegenüber der dritten eine Erhöhung zeigt, wird sicherlich durch die Tagesrhythmik, die in der Regel zu einer erhöhten Ausscheidung in den Vormittagsstunden führt, beeinflusst. Schwankungen der glomerulären Filtrationsrate - es ist umstritten, ob submaximale Belastungen überhaupt zu einer Änderung der GFR führen - verursachen, wenn, dann nur geringfügige Änderungen der Natriumausscheidung, da die glomerulotubuläre Balance

kompensierend wirkt. Hinzu kommt noch die Funktion der distalen Tubuli, die über das extrazelluläre Volumen gesteuert werden, d.h., daß Volumenexpansion eine Erhöhung der Natriumausscheidung, Volumenverminderung eine Erniedrigung der Natriumausscheidung verursacht. Daneben ist noch die Aldosteronausschüttung zu beachten (26), die durch die Renin - Angiotensin- und Natriumerhöhung verursacht wird. Dieser Effekt ist jedoch nur von kurzer Dauer, da die Aldosteronhalbwertszeit nur 30 Minuten beträgt. Weiterhin ist noch die unter Belastung relativ erhöhte Natriurese durch Abnahme der tubulären Rückresorption infolge der Vasodilatation der Nierengefäße in Erwägung zu ziehen (37). Die entstehende Azidose wirkt auf die Natriumausscheidung vermindernd (25).

Zusammenfassend läßt sich also die Hypernatriämie durch die gegenüber dem Natrium relativ erhöhten extrarenalen und renalen Wasserverluste erklären.

Durch das vermehrte Natriumangebot an die distalen Tubuli kommt es zu einer erhöhten distal - tubulären Kaliumsekretion. Einen Einfluß haben bestimmt auch die Tagesvariationen der Kaliumausscheidung, die ihr Minimum früh morgens unmittelbar nach dem Aufwachen und ihr Maximum einige Stunden später am Vormittag haben (25, 26). Die Effekte des erhöhten Aldosterons am distalen Tubulus dürften durch die Azidose, die zur Verminderung der Kaliumausscheidung führt, kompensiert werden.

Der leichte Abfall der Serumkaliumkonzentration unmittelbar nach der Belastung (5), läßt sich durch die

deutlich erhöhte Kaliumausscheidung erklären, die in ihrem Ausmaß durch die Hämolyse (Hb i.S. erhöht) und die Wirkung der Azidose - Verlagerung von Kalium in den Extrazellulärraum - gemildert wird. Hinzu kommt noch eine hohe Ausscheidung an Kalium im Schweiß, in dem die Kaliumkonzentration über der des Serums liegt (3). Die am Tag nach der Belastung ermittelten niedrigen Serumkaliumkonzentrationen lassen sich durch die Abnahme des Hämatokrits bzw. des Serumeiweißes, durch den Fortfall der Azidose und damit der Rückverteilung des Kaliums in die Zellen erklären.

Über Kalziumveränderungen existiert kaum Literatur, da die Serumkalziumkonzentrationen relativ stabil beibehalten werden. Auch wenn sich ein geringer Anstieg der Kalziumkonzentrationen im Serum und im Vollblut zeigte, so bedeutet dies, daß es, wenn man die Hämokonzentrierung mit beachtet, zu einem leichten Abfall der Kalziumkonzentration kommt. Der leichte Rückgang der Kalziumharnausscheidung der laufenden Gruppe läßt sich als Gegenregulation der Kalziumverluste über den Schweiß sehen. Eine genauere Analyse der Ausscheidung erfolgte ohnehin nicht, da durch die beschränkte Fähigkeit der Nieren Kalzium auszuscheiden, eine kompensatorische Kalziumsekretion über den Darm möglich ist (37). Da sich keine Umverteilung des Kalziums in die Zellen zeigen ließ, spricht alles dafür, daß die Steuerung des Kalziumstoffwechsels im Wesentlichen über die Veränderungen der Nebenschilddrüsentätigkeit erfolgt, deren Reaktion auf Belastung noch völlig unbekannt ist. Die Sekretion von Parathormon geschieht inner-

halb weniger Minuten nach Absinken des Serumkalziumspiegels. Da das Parathormon eine sehr lange Halbwertszeit hat, wird die "Feinregulation" durch Calcitonin bewirkt. Es wird aus den Werten deutlich, daß der Serumkalziumspiegel zu recht als biologische Konstante bezeichnet wird, da sich auch unter extremer Belastung keine wesentlichen Änderungen zeigen ließen.

Die Regulationen des Kalziumstoffwechsels und des Magnesiumstoffwechsels hängen nach den meisten experimentellen Arbeiten eng zusammen. Deshalb werden die Serum- und Vollblutmagnesiumkonzentrationen weitgehend konstant gehalten. 99 % des Magnesiums befinden sich intrazellulär. Wie beim Kalzium scheint nur die ionisierte Form, das heißt 16 %, da der Rest an Eiweiß gebunden ist, funktionell bedeutungsvoll zu sein. Es ließ sich bisher keine eindeutige Tagesrhythmik nachweisen. Nach neueren Berichten findet sich unter Streßbelastung bei gleichzeitiger knapper Magnesiumzufuhr eine schnelle zelluläre Magnesiumverarmung bei gleichzeitiger Kalziumanreicherung. Ebenso fand sich bei Belastung eine Serummagnesiumverarmung (38). Mehrere Autoren geben auch eine Erniedrigung der Harnmagnesiumausscheidung an (3, 26, 38). Weiterhin scheint die Magnesiumregulation durch Parathormon und Aldosteron zu erfolgen, da sich eine Hypermagnesämie nur bei Aldosteronmangel oder Hypoparathyreoidismus oder auch bei Exsikkose zeigt. Die Magnesiumerniedrigung im Serum ist auch durch die erheblichen Verluste über den Schweiß mitverursacht, da die mittlere Schweißkonzentration etwa 4 mmol/l (= 1 mg%) beträgt. Wenn auch die Magnesiumharn-

konzentration bzw. Magnesiumausscheidung über den Harn deutlich unter der Belastung abfällt, so lassen sich hieraus keine Rückschlüsse auf den Gesamtverlust an Magnesium ziehen, da etwa 70 % über den Stuhl abgesetzt werden.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß kurzfristige Magnesiumserumerniedrigungen durch intrazelluläres Magnesium kompensiert werden, welches sich dadurch nicht vermindert. Da sich gleichzeitig die Magnesiumausscheidung verringert, scheint es nicht, wie bisher angenommen, zur schnellen Kompensation über die erhöhte Resorption zu kommen. Erwähnenswert scheint noch zu sein, daß die kardiotoxische Wirkung von Adrenalin durch verminderte Magnesiumzufuhr verstärkt wird.

Die Serumeisenkonzentration ist bei den Sportlern niedriger als bei den Nichtsportlern und läßt sich durch zusätzliche Eisengaben nicht beeinflussen. Das Blutvolumen und das Totalkörperhämoglobin ist jedoch bei Sportlern um 20 % höher gegenüber der Normalpopulation. Auch die 2,3 - Diphosphoglyceratkonzentration in den Erythrocyten der Sportler ist höher (6), was eine Senkung der Sauerstoffaffinität an das Hämoglobin verursacht und damit die Abgabe an das Gewebe erleichtert. Die totale Eisenbindungskapazität ist bei Sportlern erhöht. Durch die Belastung kommt es zur erhöhten Transferrinausscheidung im Harn und dadurch zum Absinken des Transferrins im Serum (16). Transferrin stellt über ein Drittel der Beta - Globulinfraktion. Die sonst angegebene Tagesperiodik mit ihrem Maximum um 8 Uhr und ihrem Minimum 20 Uhr konnte

nicht bestätigt werden. Neben der ungeklärten Rolle des Myoglobins, das sicherlich auch zur Erhöhung der Serum-eisenkonzentration nach Belastung führt, ist neben der Hämokonzentrierung die Hämolyse, sichtbar an der Erhöhung des freien Hämoglobins im Serum, der Hauptgrund für das Ansteigen des Eisens im Serum. Der anschließende Abfall entspricht der Hämodilution. Bei der Kontrollgruppe fand sich eine angedeutete Tagesperiodik der Eisenvollblutkonzentrationen. Bei der Läufergruppe war der Anstieg der Eisenvollblutkonzentrationen deutlich größer als die entsprechende Volumenzunahme. Das gleichsinnige Verhalten der Serumeisenkonzentrationen läßt sich durch die multifaktorielle Steuerung bzw. Entstehung nicht zur Erklärung heranziehen. Da die Änderungen des Eisens im Vollblut innerhalb von 2 - 3 Stunden vor sich gingen, spielt die erhöhte Resorption, zumal am Vormittag, also nach weitgehend eisenfreier Ernährung, keine Rolle. Es scheint demnach zur Entleerung der Eisenspeicher zu kommen. Wahrscheinlich nimmt hierbei das Myoglobin eine wichtige Stellung ein, das etwa 0,5 g Eisen bindet.

Die von Siegenthaler (37) geäußerte Vermutung, daß das Kupfer eine Rolle bei der Inaktivierung der Katecholamine spielt, erhielt eine Bestätigung, da es durch die Belastung zu einer die Volumenänderung übersteigenden Anstieg der Kupferkonzentrationen im Serum und Vollblut kam. Der Anstieg der Kupferharnausscheidung ist wohl kein verlässlicher Parameter, da ein Großteil der Kupferausscheidung, bisher der einzige bekannte, über die Galle und den Darm erfolgt. Inwieweit die Bindung, die zu etwa 90 %

an Zäruoplasmin besteht (Alpha - 2 - Globulin), eine Rolle spielt, ist unbekannt.

Das für die Funktion mehrerer Enzymsysteme wichtige Zink erhöht sich im Serum nicht nur absolut mehr als der reinen Plasmaeinengung entspräche, sondern erhöht sich besonders deutlich gegenüber der Kontrollgruppe. Da sich gleichzeitig die Vollblutkonzentrationen erniedrigen und die Harnausscheidungen sich erhöhen, liegt die Vermutung nahe, daß es durch die Verlagerung von Zink (mit Enzymen durch erhöhte Zellmembranpermeabilität und/oder Zelluntergängen) aus dem Intra- in den Extrazellulärraum zur vermehrten Ausscheidung kommt.

Die 24 Stunden - Tagesperiodik für die Phosphatserumkonzentration, nachgewiesen in der Kontrollgruppe, zeigte, nicht wie meist in der Literatur angegeben ihren tiefsten Punkt gegen Mittag, sondern im Gegenteil ein deutliches Ansteigen der Konzentration während der Vormittagsstunden. Daß der Phosphatgehalt des Blutes zu dem des Kalziums im umgekehrten Verhältnis reguliert wird, bestätigte sich nicht, obwohl Parathormon und Calcitonin, die die tubuläre Natrium-, Kalium- und Phosphatrückresorption der Niere hemmen, während die Magnesium- und Kalziumausscheidung über die Niere gegensinnig beeinflußt werden (37), sicherlich eine Rolle spielen. Es müssen folglich noch weitere Regulationsmechanismen existieren. Auch die von Siegenthaler (37) angegebene Phosphatschwelle, die im Bereich der normalen Plasmakonzentration liegen soll, und damit die Niere an der Regulation der Plasmaphosphatkonzentration maßgeblich beteiligen würde, scheint unter körper-

licher Anstrengung, zumindest bei Gesunden, nicht wirksam zu sein, da es bei den Läufern, obwohl deutlich über die Norm erhöhte Serumphosphatgehalte vorlagen, zu keiner Erhöhung der Phosphatausscheidung über den Harn kam. Eine mögliche Erklärung wäre, bei dem doch recht konstanten Verhalten des Calciums, daß es durch die erhöhte Abspaltung von Phosphatresten energiereicher Verbindungen zur Erhöhung der Serumkonzentration und im Laufe der nachfolgenden Stunden zum, wenn auch nicht vollständigen, Wiederaufbau der höherenergetischen Verbindungen kommt.

Nach Gibbs - Donnan besteht ein Gleichgewicht zwischen Chlorid und Eiweiß. D.h., daß eine Flüssigkeit um so mehr Chlorid enthält, je eiweißärmer sie ist (37). Da 88 % des Chlorids und damit der größte Teil extrazellulär liegen, kann dieses, zumindest im extrazellulären Bereich des menschlichen Körpers nicht der Fall sein, da es zu einem Anstieg sowohl des Eiweißes, als auch des Chlorides, wenn auch durch Hämokonzentrierung, diese jedoch überschreitend, kommt. Dies war zu erwarten, da die Chloridausscheidung weitgehend mit der des Natriums, aber auch mit der der Kalium-, Calcium-, Ammoniumionen sich analog verhält. Ebenso fand sich, wie auch schon von Wesson (26) dargestellt, eine deutliche Verminderung, trotz erhöhter Serumkonzentrationen, der renalen Ausscheidung, die 98 % der Chloridausscheidung darstellt. Die Regulation des Chloridhaushaltes bleibt also nach wie vor unklar.

Die Harnvolumina der Läufer nahmen, besonders in der dritten Harnsammelphase, deutlich ab, obwohl die Harnosmolarität, die in der zweiten Sammelperiode stark anstieg,

in der letzten Harnportion unter das Ausgangsniveau gefallen war. Dies würde mit dem von Brod (25) angegebenen Verhalten der Niere übereinstimmen, daß es durch Muskelarbeit zu verringertem Harnfluß kommt, der wesentlich länger besteht, als die Anstrengung dauert, die glomeruläre Filtrationsrate jedoch nur unter extremer Belastung und dann auch nur während der Dauer der Anstrengung reduziert wird. Er steht damit vor allem Wesson (26) gegenüber, der angab, daß die Filtrationsrate sich im gleichen Maß vermindert, wie die Belastung anstrengend ist. Die Kreatininclearance betrug sogar zum Zeitpunkt der zweiten Bestimmung bei den Läufern etwas mehr als zuvor. Erst nach dem Lauf kam es zur Erniedrigung, allerdings auch bei der nichtlaufenden Kontrollgruppe, was noch andere Einflüsse vermuten läßt. Die erhöhte Harnkreatininausscheidung bei erhöhtem Serumkreatinin zeigt, neben der Erhöhung der Osmolarität, daß die Niere offenbar die Serumkonzentrationen über die Konzentrierung des Harnes zu steuern vermag, zumal es durch Wasserverluste über Lunge und Schweiß neben anderen Ursachen zu deutlichen Hämatokriterhöhungen unter dem Lauf kam. Bis zum nächsten Tag kam es allerdings zu einem kompensatorischen Abfall unter das Ausgangsniveau. Ein weiteres Indiz für die Elektrolytkonzentrierung im Harn ist das Auftreten von hyalinen Zylindern, die aus TH-Mucoprotein (= Uromucoid) bestehen, das in der Niere gebildet wird und normalerweise im gelösten Zustand im Harn ausgeschieden wird; jedoch bei Zunahme der Elektrolyte im Urin kommt es zum Ausfallen des TH-Mucoproteins und zur Aggregation in den Tubuli zu Zylindern (23).

Neben der Ausscheidung von TH - Mucoproteinen kommt es zur von vielen Autoren (7,11,16,17,22,24,25,26) beobachteten und beschriebenen " physiologischen Proteinurie ", auch als Pseudonephritis bezeichnet, die nach der vorherrschenden Meinung auf die unter Belastung entstehenden Veränderungen, wie Anreicherung saurer Stoffwechselprodukte und Vasokonstriktion der Nierengefäße, zurückzuführen sein soll. Diese Sportpseudonephritis wurde meist - wahrscheinlich wegen der kleinen Zahl der untersuchten Sportler - als obligat dargestellt. Bei dieser Untersuchung, insgesamt an 34 laufenden Sportlern, ließ sich nur bei 17 Sportlern eine Eiweißausscheidung im Harn feststellen, wobei die mittlere Ausscheidung der Ausscheidenden bei etwa 25 mg in der zweiten Harnsammelperiode lag, die höchste bei 133,2 mg. Auch die häufig in der Literatur zu findende Häm- bzw. Myoglobinurie (8,9,10,11,12,13,14,17,18,19,20,21) konnte trotz erhöhter Serumhämoglobinkonzentrationen, die zum Teil oberhalb der angegebenen Nierenschwelle lagen (Höchstwert 316 mg%), nicht gefunden werden. Die Hämoglobinerhöhung auf über das Doppelte findet ihre Erklärung in der traumatischen Schädigung der Erythrocyten, also in einer mechanischen Hämolyse, was sich auch deutlich bei dem Laufen auf asphaltierten Wegen oder mit harten Schuhsohlen zeigt, da dies zu wesentlich höheren Hämoglobinkonzentrationen im Serum als das Laufen auf weichen Sohlen oder Untergründen führt.

Korrespondierend zur Hämoglobinvermehrung im Serum wurde in allen Arbeiten ein Haptoglobinabfall dargestellt, der in dieser Studie unmittelbar vor zu nach dem Lauf

über 17 % im Mittel betrug. Da keiner der untersuchten Sportler deutlich unter der Norm liegende Haptoglobinkonzentrationen hatte, läßt sich begründet vermuten, daß es erst, eventuell auch mit zusätzlichen Membrandefekten an den Erythrozyten, bei ausgeprägtem Haptoglobinemangel zur Hämoglobinurie kommt.

Nach einem Marathonlauf fand Haralambie (3) eine Erhöhung des Hämatokrits um 1,7 % bei einer gleichzeitigen Erhöhung der Serumgesamteiweiße um 3,44 %; auch bei dieser Studie fand sich eine HT - Erhöhung um 1,5 % und ein Gesamteiweißanstieg um 3,56 %. Diese Zahlen bedürfen jedoch der Korrektur, da die Hämatokritangaben eine Differenz angeben, während die Gesamteiweißveränderungen in Prozent angegeben wurden. Die prozentuale Veränderung des HTs beträgt also circa das Doppelte. Hierdurch verschwindet auch die Diskrepanz zwischen HT und Serumeiweiß. Jedoch ließen sich deutliche Unterschiede in den einzelnen Serumeiweißfraktionen nachweisen. Die durch den Lauf erhöhten Serumeiweißkonzentrationen war im wesentlichen durch die Vermehrung der Gesamtglobuline bedingt, wobei alle Fraktionen außer der alpha - 2 - Fraktion, in der sich das Haptoglobin befindet, Anteil hatten. Der bis zum nächsten Tag erfolgende Abfall um 7,61 % war hauptsächlich durch die Verminderung des Albumins, aber auch der beta - Fraktion verursacht. Von diesem Abfall nicht betroffen waren lediglich die gamma - Globuline, die trotz eines Hämatokritrückganges um 2,5 % anstiegen.

Dies zeigt, neben dem Anstieg des Serumkreatinins von vor der Belastung von 0,90 mg% auf 1,16 mg% nach der Be-

lastung als Hinweis eines in der Muskelmasse bestehenden Katabolismus, daß bei den in einigen Fraktionen um 20 % vorhandenen Änderungen noch andere Mechanismen neben der Hämodilution bzw. Hämokonstriktion wirksam sein müssen. Da keine Depotproteine bekannt sind, wird nach Siegenthaler (37) bei kleinem Albuminpool die Plasmahalbwertszeit verlängert. Da die Albuminplasmahalbwertszeit 19 Tage beträgt, ein sehr langsam wirkender Regelmechanismus. Daneben kommt es bei einer Verminderung der Plasmaalbuminmenge zu einem vermehrten Zustrom des Albumins aus dem Interstitium, in dem sich 60 % des Albumins befinden.

Es besteht also ein wesentlich höherer Albuminumsatz als aus den reinen Serumkonzentrationen ersichtlich ist. Daneben setzt bei Albuminverminderung noch eine gesteigerte Eiweißsynthese in der Leber ein, wobei die Albuminsynthese deutlich, die Synthese für alpha - Globuline, Fibrinogen und Lipoproteine auf über das Doppelte gesteigert werden (37). Dieses Verhalten findet sich auch häufig beim nephrotischen Syndrom, wo es deshalb zur Albumin- und gamma - Globulinreduktion mit Anstieg der alpha - 2 - Globuline und beta - Globuline kommt. Die Proteinverluste über die Niere sind so gering, zumal in dieser Studie die 100 mg/24 Stundengrenze nur in zwei Fällen überschritten wurde, wenn dies auch nur einen Bruchteil der filtrierten Proteinmenge ausmacht, daß sie bei der quantitativen Gesamtbetrachtung vernachlässigt werden können.

Der Anstieg des Gesamtstickstoffes im Harn blieb allerdings unter dem erwarteten Wert. Deutlicher war die Erhöhung

der Kreatininausscheidung, als Hinweis für einen gesteigerten Muskelkatabolismus.

Während Noradrenalin im Serum unmittelbar nach Beginn der Belastung stieg und bereits nach 15 km den Gipfel des Anstieges erreicht hatte, zeigte das Adrenalin ein gegensinniges Verhalten, es fiel zunächst leicht ab und überschritt erst nach 20 km seinen Ausgangswert.

Das im wesentlichen aus den sympathischen Ganglienzellen stammende Noradrenalin, auch als Kreislaufhormon bezeichnet, wird zum größten Teil nach einer Plasmahalbwertszeit von zwei Minuten von den Nervenenden aufgenommen und in den Granula gespeichert.

Das Nebennierenmark, welches zu 80 % Adrenalin und zu 20 % Noradrenalin produziert, setzt Adrenalin frei, das auch als Herz - und Stoffwechselhormon bezeichnet wird, und zum überwiegenden Teil metabolisiert, aber auch - wie das Noradrenalin - nach einer Halbwertszeit von zwei Minuten zu fünf Prozent unverändert über den Harn ausgeschieden wird.

Die normalen Plasmaspiegel werden durchschnittlich nur wenig überschritten, der für Noradrenalin mit einem durchschnittlichen Maximalwert von $0,719 \mu\text{g}$ (Normalwert $0,1 - 0,6 \mu\text{g}$), der für Adrenalin mit $0,109 \mu\text{g}$ (Normalwert unter $0,1 \mu\text{g}$) kaum. Deutlicher fiel der Anstieg der Harnkonzentrationen auf, der für die Adrenalingesamtausscheidung/24 Stunden nur um rund 20 % und für die Noradrenalinausscheidung/24 Stunden um rund 50 % über der oberen Normgrenze lag, sich aber gegenüber den Ausgangswerten verfünffachte.

Die Senkung des Ausgangsniveaus und auch der - im Vergleich mit nicht trainierten Personen - geringe Anstieg der Brenzkatechine dürfte den Trainingseffekt zeigen. Die Katechamine verursachen über den vasotropen Mechanismus, der zur Einschränkung der Nierendurchblutung führt, und auch über einen direkten chemotropen Effekt die Freisetzung von Renin, das wohl mit einer Steigerung auf das Fünffache des Serumspiegels die Hauptanpassung an die Belastung darstellt.

Renin wird in den granulierten Zellen des juxtaglomerulären Apparates produziert und neben der Stimulation durch das autonome Nervensystem auch durch Natrium -, Volumen - und Druckverminderung vermehrt freigesetzt. Renin wirkt bei einer Halbwertszeit von 80 Minuten auf ein alpha - 2 - Globulin, das Angiotensinogen, das hierdurch zu Angiotensin I und schließlich unter Mitwirken des Converting enzyme zu Angiotensin II umgewandelt wird. Angiotensin II erhöht den systolischen und den diastolischen Blutdruck und führt zur Vasokonstriktion, die durch die dargestellte gleichzeitige Serumnatriumerhöhung verstärkt wird (37). Zudem führt das Angiotensin II über hypothalamische Durstzentren, welche für Durstreize empfindlicher werden, zur vermehrten Wasseraufnahme.

Jedoch scheint die physiologische Hauptfunktion des Renins die - schon bei der Elektrolytdiskussion dargestellte - Regulation der Aldosteronsekretion zu sein.

6. Zusammenfassung

Die Untersuchung umfaßt 13 Frauen und 38 Männer, von denen vier Frauen und 15 Männer als Vorstudie 20 km liefen. Die Hauptstudie wurde an den übrigen 32 Läufern bei einem 25 km - Lauf vorgenommen. Hierbei wurden die folgenden Parameter im interindividuellen Vergleich untersucht : Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Eisen, Kupfer, Zink, Phosphat, Chlorid, Gesamtstickstoff, Kreatinin, Gesamteiweiß, Haptoglobin, Hämoglobin, Eiweißauftrennungen, Harnvolumina, Osmolarität, Clearance, Hämatokrit, Harnsediment, Adrenalin, Noradrenalin und Renin.

Bei der Diskussion der Elektrolyte, die zum einen durch die Unmöglichkeit des Messens der absoluten Elektrolytverluste über den Schweiß, zum anderen durch die nicht exakt ermittelte Tagesperiodik erschwert war, konnte dennoch gezeigt werden, daß die Magnesiumkonzentrationen im Serum unter Belastung deutlich absinken, was durch die enge Verknüpfung des Magnesiums mit dem Kalziumstoffwechsel und durch die hohe Konzentration des Magnesiums im Schweiß zu erklären ist. Daneben kam es zur Erhöhung der Eisenkonzentrationen im Serum und im Vollblut, was auf eine Entleerung der Eisenspeicher hinweisen könnte, wobei dem Myoglobin eine zentrale Rolle zukommen dürfte.

Die Hämokonzentrierung unter Belastung und die nachfolgende Hämodilution konnten übereinstimmend anhand von Gesamteiweiß und Hämatokrit erfaßt werden. Es kam jedoch zu erheblichen Verschiebungen innerhalb der Eiweißfraktionen, wobei sich unter Belastung eine Erhöhung aller Globulin-

fraktionen außer der alpha - 2 - Globulinfraktion zeigte, in der sich das Haptoglobin befindet, das sich unter Belastung durch den vermehrten Hämoglobinanfall im Serum vermindert. Die Konzentrierung des Harns konnte neben der Bestimmung der Osmolarität und der einzelnen Harnelektrolytkonzentrationen am vermehrten Auftreten von hyalinen Zylindern gezeigt werden.

Bei der Bestimmung der Katecholamine zeigte sich gegenüber nicht trainierten Personen ein erniedrigtes Ausgangsniveau. Vor allem das kreislaufwirksame Noradrenalin stieg unter Belastung an, fiel aber schon vor Beendigung des Laufes wieder ab, was zum einen die schnelle Anpassung an Belastungen darstellt, zum anderen bei niedrigem Gesamtanstieg den Trainingseffekt verdeutlicht. Die für lange Belastungen bestehenden Anpassungsmechanismen erfolgen über das Renin, das bis Laufende anstieg und sich nahezu verfünffachte, was über das Angiotensin II zur Erhöhung des systolischen und des diastolischen Blutdruckes führt. Daneben wirkt das Renin auf die Aldosteronsekretion, was zu den meisten der dargestellten Elektrolytveränderungen führt.

7. Einzelergebnisse

Die einzelnen Ergebnisse sind in der unter 3. Ergebnisse der Vorstudie und 4. Ergebnisse der Hauptstudie dargestellten Reihenfolge aufgeführt.

Natrium im Serum		mval/l	Vorstudie
Nr.			
1	136	141	142
2	136	143	142
3	140	139	136
4	139	143	139
5	134	146	138
6	138	144	139
7	136	141	137
9	139	143	141
10	141	146	139
11	139	146	141
12	137	142	141
13	140	145	139
14	137	143	142
15	138	144	137
16	138	146	139
17	138	144	139
18	139	77	140
19	136	142	141
20	143	145	143
Durchschnitte	138,1	140,0	139,7
Mediane	138	143	139
ohne Nr.18		143,5	
		144	

Natrium im Harn mval Gesamtausscheidung/24 Stunden

Vorstudie

Nr.			
1	150,65	132,24	99,79
2	150,72	170,64	122,40
3	194,35	180,36	102,40
4	97,02	148,20	86,50
5	306,90	181,56	223,92
6	90,65	393,12	351,53
7	142,80	96,60	99,18
9	179,40	405,72	89,76
10	132,20	172,80	114,00
11	77,90	86,40	83,22
12	71,82	71,40	160,01
13	283,50	136,03	107,40
14	238,81	157,92	79,15
15	349,60	127,50	262,80
16	241,02	134,94	129,89
17	262,65	384,00	111,96
18	137,28	285,12	124,80
19	140,61	54,72	30,24
20	157,08	72,00	94,13
Durchschnitte	179,21	178,49	130,16
Mediane	150,72	148,20	107,40

Kalium im Serum		mval/l	Vorstudie
Nr.			
1	5,9	5,7	4,6
2	5,7	5,3	4,1
3	5,6	5,7	4,4
4	6,4	6,3	4,5
5	5,9	5,6	4,4
6	6,1	5,9	4,5
7	5,3	5,5	4,4
9	5,6	5,9	5,0
10	5,5	5,8	4,4
11	6,3	6,8	5,8
12	5,5	5,1	4,5
13	5,1	5,0	3,4
14	6,5	6,4	4,6
15	6,2	5,5	4,5
16	5,4	4,7	4,1
17	5,2	4,5	4,5
18	5,0	4,5	4,3
19	5,9	5,7	4,8
20	4,7	4,9	4,8
Durchschnitte	5,67	5,51	4,49
Mediane	5,6	5,6	4,5

Kalium im Harn mval Gesamtausscheidung/24 Stunden

Vorstudie

Nr.			
1	110,4	137,9	67,3
2	87,4	208,4	86,7
3	55,2	136,1	50,5
4	42,6	139,1	42,6
5	93,1	143,8	56,2
6	20,1	155,5	52,4
7	100,8	151,8	71,0
9	70,1	219,2	24,8
10	46,6	128,2	63,6
11	99,7	106,8	44,7
12	41,6	31,8	90,6
13	52,5	40,3	34,2
14	103,0	139,4	54,7
15	129,2	97,9	81,5
16	41,3	42,9	16,2
17	30,6	228,0	13,0
18	69,5	100,8	25,0
19	60,0	44,6	20,5
20	83,2	59,4	35,6
Durchschnitte	70,36	121,68	49,01
Mediane	69,5	136,1	50,5

Kalzium im Serum mmol/l		Vorstudie	
Nr.			
1	2,43	2,48	2,43
2	2,42	2,41	2,48
3	2,46	2,40	2,36
4	2,46	2,41	2,42
5	2,41	2,37	2,27
6	2,47	2,49	2,41
7	2,60	2,57	2,52
9	2,41	2,53	2,41
10	2,43	2,50	2,37
11	2,54	2,69	2,42
12	2,59	2,69	2,51
13	2,45	2,48	2,26
14	2,53	2,58	2,57
15	2,46	2,61	2,48
16	2,42	2,51	2,45
17	2,48	2,52	2,57
18	2,35	1,58	2,33
19	2,38	2,56	2,45
20	2,37	2,52	2,49
Durchschnitte	2,456	2,468	2,431
Mediane	2,45	2,51	2,43
ohne Nr.18		2,517	
		2,515	

Kalzium im Harn mmol Gesamtausscheidung/24 Stunden

Vorstudie

Nr.

1	5,15	4,71	3,37
2	4,72	2,30	5,41
3	3,94	5,03	2,85
4	5,45	5,39	3,33
5	4,60	3,46	3,15
6	13,96	12,63	7,87
7	4,74	3,92	4,24
9	4,54	10,13	2,19
10	6,32	4,05	4,28
11	0,72	4,02	4,75
12	2,36	20,88	5,89
13	3,12	2,69	1,73
14	6,45	10,75	4,85
15	5,87	3,84	1,86
16	3,99	3,57	3,13
17	6,37	14,64	10,22
18	3,49	16,21	2,85
19	5,30	7,89	1,87
20	7,08	4,73	3,08

Durchschnitte 5,17 7,41 4,04

Mediane 4,74 5,03 3,33

Chlorid im Serum mval/l			Vorstudie
Nr.			
1	104	101	105
2	98	97	104
3	97	102	105
4	102	100	105
5	103	108	106
6	102	104	104
7	98	92	98
9	103	104	107
10	102	100	107
11	100	106	107
12	100	100	104
13	97	100	103
14	98	96	104
15	98	105	102
16	96	104	103
17	101	104	105
18	98	60	105
19	101	97	102
20	101	103	107
Durchschnitte	99,95	99,10	104,37
Mediane	100	102	105
ohne Nr.18		101,3	
		103	

Chlorid im Harn mval		Gesamtausscheidung/24 Stunden	
		Vorstudie	
Nr.			
1	123,1	108,3	44,3
2	149,8	159,9	66,3
3	180,6	217,8	70,6
4	108,9	143,6	50,2
5	205,9	232,6	157,7
6	80,4	356,4	173,4
7	164,9	135,3	68,9
9	208,2	473,8	63,7
10	114,3	144,0	108,0
11	11,4	38,4	24,5
12	75,0	57,6	111,9
13	324,0	140,4	114,6
14	177,3	188,2	76,7
15	309,7	170,4	109,5
16	176,3	146,9	118,1
17	133,5	678,0	50,4
18	186,4	694,1	107,6
19	126,4	128,2	22,3
20	121,4	228,6	54,1
Durchschnitte	156,7	233,8	83,8
Mediane	149,8	159,9	70,6

Phosphat im Serum mg%

Vorstudie

Nr.

1	3,8	4,5	3,8
2	3,4	3,3	4,5
3	3,8	4,5	4,2
4	3,8	5,1	4,2
5	3,5	3,9	3,7
6	4,6	5,5	4,7
7	4,1	4,4	4,5
9	3,8	4,7	4,6
10	3,7	4,7	4,4
11	3,6	5,2	4,3
12	3,3	4,1	4,1
13	3,4	4,1	4,3
14	3,6	4,8	4,4
15	3,8	5,1	3,9
16	3,1	5,0	3,7
17	3,1	5,2	4,3
18	3,5	3,4	4,1
19	3,1	3,3	4,4
20	3,4	4,4	3,5
Durchschnitte	3,60	4,48	4,19
Mediane	3,6	4,5	4,3

Phosphat im Harn mg Gesamtausscheidung/24 Stunden

Vorstudie

Nr.

1	108,3	142,5	121,9
2	121,9	99,3	132,5
3	83,1	114,5	77,0
4	66,6	126,3	84,6
5	117,8	129,5	85,7
6	57,8	231,1	145,5
7	137,5	79,8	125,3
9	110,4	320,0	87,4
10	138,7	229,0	148,8
11	127,3	111,2	122,6
12	68,0	59,4	147,3
13	81,9	75,6	69,6
14	144,4	183,1	133,8
15	191,9	152,0	111,3
16	83,5	180,9	125,2
17	124,1	342,0	66,3
18	88,0	357,1	77,2
19	126,4	175,7	71,6
20	149,2	228,6	90,3

Durchschnitte 111,9 175,7 106,5

Mediane 117,8 152,0 111,3

Kreatinin im Serum		mg%	Vorstudie
Nr.			
1	0,8	1,0	0,8
2	0,9	-	0,8
3	1	0,7	0,6
4	0,8	1,0	0,8
5	0,7	0,8	0,6
6	0,8	1,1	0,8
7	0,9	1,2	0,9
9	1,1	1,2	1,0
10	1,0	1,1	0,9
11	1,0	1,3	0,9
12	0,9	1,2	0,8
13	1,1	1,1	0,9
14	0,9	1,0	0,9
15	0,9	1,1	0,9
16	0,9	1,0	0,9
17	0,9	1,3	1,0
18	0,7	0,5	0,7
19	0,7	1,0	0,8
20	0,9	1,2	0,9
Durchschnitte	0,88	1,04	0,75
Mediane	0,9	1,05	0,8
ohne Nr.18		1,07	

Kreatinin im Harn mg Gesamtausscheidung/24 Stunden

Vorstudie

Nr.

1	1794	2941	1521
2	1478	1944	1673
3	1219	1879	1176
4	832	1961	903
5	1307	1734	907
6	833	3326	1490
7	2289	3008	1754
9	1518	3931	869
10	1865	2880	1680
11	1463	1584	1437
12	1021	1608	1784
13	1560	1310	1032
14	1773	2587	1387
15	1976	2530	1104
16	1186	1888	1240
17	1819	6420	1001
18	1204	3686	796
19	1439	3168	778
20	2323	3132	1399

Durchschnitte	1521	2711	1260
---------------	------	------	------

Osmolarität im Harn mosmol			Vorstudie
Nr.			
1	955	1110	1010
2	935	1000	910
3	805	über 1600	1045
4	551	429	810
5	1045	über 1600	1105
6	1100	985	1050
7	1045	788	825
9	890	990	1010
10	1015	1040	749
11	960	700	865
12	825	1040	727
13	730	1020	1030
14	855	1065	1140
15	850	960	870
16	895	1110	408
17	1085	930	1175
18	885	900	717
19	770	910	915
20	1020	945	1045
Durchschnitte	906,1	1016,9	916,1
Mediane	895	990	915

Haptoglobin im Serum mg%			Vorstudie
Nr.			
1	36	58	86
2	68	-	58
3	-	88	146
4	202	146	104
5	160	92	210
6	58	30	-
7	52	30	32
9	22	0	30
10	90	80	92
11	86	80	92
12	86	92	86
13	160	132	124
14	132	146	146
15	152	-	-
16	336	226	218
17	166	120	152
18	136	98	-
19	120	80	86
20	166	146	146
Durchschnitte	123,8	96,7	113,0
Mediane	105	88	92

Hämoglobin im Serum mg% Vorstudie

Nr.					
1		8	28		20
2		-	-		-
3	unter	4	16	unter	4
4		-	-		-
5	unter	4	10	unter	4
6	unter	4	12	unter	4
7	unter	4	16	unter	4
9	unter	4	12		10
10		-	-		-
11	unter	4	24		8
12		-	-		-
13		-	-		-
14		-	-		-
15		46*	27	unter	4
16		78*	12	unter	4
17		22	6	unter	4
18		8	316	unter	4
19		108	156	unter	4
20		28	20	unter	4
Durchschnitte		24,7	50,4		6,0
Mediane		8	16		4
ohne Nr.18			28,3		

*Anstrengungen in den letzten 24 Stunden

Adrenalin im Harn/24 Stunden			ng
Nr.			
1	7567	28636,8	5037,1
2	6624	14731,2	8266,8
3	4991	11188,8	2681,3
4	8474,4	42681,6	4986,2
5	2554,2	15014,4	3384
6	3214,4	47779,2	721,7
7	4935	14793,6	2902,3
9	10603	76406,4	4038,2
10	3840,6	41875,2	4656
11	665	2640	2750,6
12	2570,4	3912	4248
13	11010	5659,2	2196
14	11096,8	19891,2	7458,2
15	2926	16116	3293,8
16	4633,2	13572	4282,2
17	3536	33540	1015,2
18	6956,4	30355,2	1965,6
19	8632,8	15753,6	820,8
20	3801,6	15120	1704,5
Durchschnitte	5717,46	23666,65	3521,51

Noradrenalin im Harn/24 Stunden			ng
Nr.			
1	15272	45326,4	15554,9
2	18950,4	64476	13505,8
3	15663	70977,6	10278,2
4	11642,4	92887,2	12300,2
5	12731,4	40269,6	11563,2
6	11456,2	150336	19019,8
7	23772	95330,4	15493,0
9	15479	139708,8	8719,4
10	25396,8	105494,4	23904
11	3135	20040	19289,5
12	20097	57756	30783,8
13	31530	36115,2	14652
14	64235,6	136550,4	41550,7
15	8626	108262,8	17414,9
16	22588,8	82180,8	22907,5
17	10149	150000	6516
18	28927,2	154252,8	12760,8
19	29975	100512	4874,4
20	17186,4	115920	14449,9
Durchschnitte	20358,59	92968,23	16607,28

Kalzium im Serum mmol/l		Läufer	
Nr.			
1	2,52	2,15	2,47
4	2,45	2,45	2,50
5	2,50	2,50	2,50
8	2,46	2,64	2,47
9	2,58	2,64	2,52
11	2,50	2,64	2,57
13	2,48	2,54	2,52
15	2,54	2,47	2,58
18	2,60	2,65	2,65
19	2,44	2,52	2,53
22	2,44	2,43	2,37
24	2,35	2,42	2,36
25	2,37	2,38	2,34
28	2,45	2,49	2,41
29	2,44	2,47	2,34
Durchschnitte	2,475	2,493	2,475
		Nichtläufer	
2	2,45	2,43	2,22
3	2,47	2,45	2,50
6	2,45	2,50	2,47
7	2,43	2,48	2,47
10	2,50	2,52	2,52
12	2,50	2,50	2,48
14	2,51	2,43	2,52
16	2,51	2,50	2,45
17	2,48	2,45	2,53
20	2,47	2,43	2,47
21	2,93	2,42	2,45
23	2,35	2,38	2,39
26	2,42	2,42	2,35
27	2,36	2,37	2,31
30	2,44	2,47	2,44
Durchschnitte	2,485	2,450	2,438

Kalzium im Vollblut		mmol/l	Läufer
Nr.			
1	1,41	1,47	1,45
4	1,39	1,41	1,43
5	1,44	1,46	1,41
8	1,44	1,45	1,43
9	1,52	1,51	1,58
11	1,47	1,45	1,44
13	1,48	1,45	1,44
15	1,47	1,48	1,50
18	1,41	1,37	1,41
19	1,49	1,52	1,50
22	1,38	1,38	1,38
24	1,35	1,35	1,38
25	1,26	1,39	1,36
28	1,34	1,37	1,35
29	1,30	1,29	1,32
Durchschnitte	1,417	1,423	1,425
			Nichtläufer
2	1,39	1,41	1,39
3	1,38	1,44	1,39
6	1,51	1,53	1,48
7	1,41	1,41	1,38
10	1,38	1,41	1,39
12	1,44	1,47	1,45
14	1,45	1,48	1,44
16	1,45	1,42	1,42
17	1,38	1,38	1,38
20	1,41	1,44	1,40
21	1,33	1,40	1,32
23	1,40	1,43	1,41
26	1,42	1,45	1,37
27	1,34	1,36	1,35
30	1,27	1,25	-
Durchschnitte	1,397	1,419	1,398

Kalzium im Harn Gesamtausscheidung/24 Stunden

Läufer

Nr.

1	339,4	397,8	206,2
4	530,0	322,6	399,0
5	244,9	234,7	199,6
8	109,5	67,1	82,6
9	321,2	113,8	164,3
11	184,8	184,8	148,3
13	410,8	200,0	313,3
15	154,8	453,6	262,6
18	64,5	216,7	223,1
19	138,3	152,0	171,1
22	278,2	241,6	134,3
24	171,7	129,3	140,4
25	276,6	98,0	144,1
29	59,0	91,7	112,1

Durchschnitte	233,547	208,980	188,473
---------------	---------	---------	---------

Nichtläufer

2	274,7	166,3	284,0
3	354,2	244,8	231,6
6	233,2	179,1	185,6
7	263,5	414,7	276,4
10	40,3	229,0	55,7
12	320,6	322,6	84,2
14	89,8	-	116,7
16	187,6	223,2	77,6
17	310,0	405,7	207,1
20	111,5	312,9	171,7
21	205,4	314,9	159,9
23	197,3	317,2	191,5
26	179,7	314,5	108,0
27	241,8	244,2	219,0
30	200,9	718,6	222,1

Durchschnitte	214,033	314,836	172,740
---------------	---------	---------	---------

Magnesium im Serum mmol/l Läufer

Nr.

1	0,77	0,78	0,85
4	0,79	0,83	0,79
5	-	0,82	-
8	0,80	-	0,79
9	0,95	0,81	0,90
11	0,81	0,81	0,91
13	0,83	0,79	0,84
15	0,91	0,86	0,93
18	0,76	0,75	0,82
19	0,77	0,69	0,76
22	0,81	0,77	0,82
24	0,88	0,81	0,86
25	0,77	0,71	0,75
28	0,84	0,77	0,85
29	0,96	0,86	0,85

Durchschnitte	0,8321	0,7877	0,8371
---------------	--------	--------	--------

Nichtläufer

2	0,77	0,78	0,78
3	0,83	0,86	0,87
6	0,86	0,87	0,89
7	0,84	0,89	0,86
10	0,88	0,84	0,82
12	0,86	0,90	0,86
14	0,82	0,82	0,82
16	0,90	0,87	0,86
17	0,82	0,80	0,82
20	0,78	0,78	0,75
21	0,88	0,88	0,90
23	0,94	0,92	0,86
26	0,78	0,76	0,81
27	0,85	0,89	0,89
30	0,88	0,86	0,79

Durchschnitte	0,8460	0,8480	0,8387
---------------	--------	--------	--------

Magnesium im Vollblut		mmol/l	Läufer
Nr.			
1	1,28	1,29	1,31
4	1,36	1,33	1,36
5	1,35	1,33	1,35
8	1,41	1,40	1,42
9	1,52	1,53	1,45
11	1,36	1,38	1,42
13	1,48	1,43	1,43
15	1,38	1,39	1,39
18	1,36	1,36	1,05
19	1,36	1,33	1,37
22	1,42	1,39	1,40
24	1,42	1,41	1,38
25	1,32	1,32	1,28
28	1,38	1,36	1,33
29	1,43	1,45	1,39
Durchschnitte	1,3887	1,3800	1,3553

		Nichtläufer	
2	1,28	1,23	1,28
3	1,21	1,25	1,27
6	1,32	1,33	1,32
7	1,36	1,36	1,36
10	1,31	1,36	1,31
12	1,38	1,36	1,38
14	1,36	1,39	1,39
16	1,39	1,33	1,35
17	1,41	1,38	1,38
20	1,38	1,41	1,38
21	1,36	1,33	1,35
23	1,36	1,39	1,36
26	1,24	1,24	1,24
27	1,36	1,37	1,36
30	1,47	1,44	-
Durchschnitte	1,3460	1,3447	1,3379

Magnesium im Harn mmol Gesamtausscheidung/24 Stunden
Läufer

Nr.			
1	6,787	7,007	4,274
4	11,278	6,528	8,128
5	8,698	6,408	6,623
8	6,862	6,191	4,536
9	6,163	2,408	3,450
11	4,508	3,714	3,263
13	9,796	2,396	6,955
15	3,989	9,288	5,252
18	0,161	5,004	5,518
19	3,637	3,866	4,393
22	7,776	7,258	3,888
24	7,326	5,563	5,243
25	7,429	2,684	4,338
28	7,190	7,725	4,147
29	3,532	5,258	5,322
Durchschnitte	6,3421	5,4199	5,0220

Nichtläufer

2	8,432	4,804	5,852
3	9,200	4,410	7,295
6	6,909	4,887	5,914
7	5,661	8,160	6,221
10	0,987	7,690	1,686
12	6,611	6,441	2,520
14	0,475	-	5,478
16	6,050	6,045	2,310
17	7,196	19,085	7,099
20	0,401	8,778	4,234
21	4,832	7,049	3,596
23	4,255	6,758	4,555
26	3,878	4,766	2,199
27	5,239	5,686	4,956
30	5,234	3,148	5,696
Durchschnitte	5,0240	6,9791	4,6407

Eisen im Serum ppm Läufer

Nr.

1	0,61	1,23	1,01
4	0,99	1,38	0,90
5	1,63	1,71	1,65
8	0,80	1,21	1,08
9	1,25	1,91	1,54
11	0,73	1,43	1,26
13	1,43	1,76	1,56
15	2,11	1,82	1,26
18	-	1,67	1,43
19	0,89	1,45	2,02
22	0,98	1,11	1,26
24	1,66	2,04	2,22
25	0,46	0,83	1,53
28	0,75	1,12	1,45
29	1,28	2,20	0,86

Durchschnitte 1,1121 1,5247 1,4020

Nichtläufer

2	1,41	1,27	1,46
3	0,88	1,17	1,21
6	0,88	1,05	1,32
7	1,58	1,52	1,54
10	1,54	1,37	1,98
12	1,32	1,52	1,52
14	1,54	1,65	1,59
16	1,23	0,88	0,57
17	1,18	1,10	1,68
20	1,16	1,38	0,90
21	1,39	1,10	1,31
23	1,32	1,12	1,65
26	1,19	0,97	0,66
27	1,47	1,51	1,53
30	1,64	1,34	1,08

Durchschnitte 1,3153 1,2633 1,3333

Eisen im Vollblut ppm Läufer

Nr.

1	506	515	501
4	497	497	495
5	497	497	495
8	497	501	488
9	473	506	442
11	515	528	443
13	511	515	504
15	497	515	485
18	529	552	521
19	488	495	406
22	477	469	466
24	489	488	465
25	476	481	464
28	497	503	485
29	483	497	464

Durchschnitte	495,43	503,93	481,55
---------------	--------	--------	--------

Nichtläufer

2	506	496	428
3	497	492	504
6	471	476	472
7	519	515	519
10	518	515	511
12	497	483	506
14	488	486	491
16	520	501	510
17	508	517	535
20	491	489	483
21	481	462	476
23	440	440	451
26	440	441	446
27	492	489	488
30	515	506	-

Durchschnitte	492,27	487,18	494,23
---------------	--------	--------	--------

Kupfer im Serum ppm Läufer

Nr.

1	0,90	0,93	0,87
4	0,93	0,93	0,96
5	1,11	1,08	1,10
8	1,08	1,11	0,99
9	0,87	1,00	0,85
11	0,87	0,99	0,84
13	1,02	1,01	1,07
15	0,84	0,90	0,86
18	0,99	1,12	1,03
19	1,02	1,02	1,04
22	1,15	1,07	1,08
24	1,17	1,22	1,20
25	1,12	1,04	1,01
28	0,96	1,02	0,95
29	1,01	1,20	1,14

Durchschnitte	1,003	1,043	0,999
---------------	-------	-------	-------

Nichtläufer

2	1,04	1,02	1,22
3	0,90	0,92	0,93
6	1,01	1,05	1,00
7	1,05	1,02	1,02
10	0,91	0,83	0,77
12	1,14	1,04	1,08
14	0,83	0,85	0,84
16	1,14	1,14	1,15
17	1,13	1,03	1,16
20	1,13	1,13	1,13
21	1,02	1,02	1,11
23	0,96	0,96	0,90
26	0,89	0,91	0,92
27	0,97	0,98	0,99
30	0,90	0,97	0,97

Durchschnitte	1,001	0,991	1,013
---------------	-------	-------	-------

Kupfer im Vollblut ppm Läufer

Nr.

1	0,75	0,69	0,69
4	0,63	0,69	0,71
5	0,77	0,81	0,74
8	0,69	0,69	0,77
9	0,78	0,69	0,63
11	0,69	0,81	0,78
13	0,58	0,81	0,71
15	0,67	0,83	0,85
18	0,68	0,64	0,68
19	0,69	0,70	0,86
22	0,81	0,78	0,78
24	0,81	0,81	0,81
25	0,77	0,83	0,75
28	0,67	0,71	0,69
29	0,71	0,76	0,73

Durchschnitte	0,713	0,750	0,745
---------------	-------	-------	-------

Nichtläufer

2	0,62	0,64	0,69
3	0,63	0,69	0,69
6	0,63	0,77	0,69
7	0,78	0,69	0,81
10	0,66	0,63	0,69
12	0,61	0,78	0,69
14	0,78	0,67	0,81
16	0,73	0,81	0,94
17	0,82	0,82	0,82
20	0,70	0,70	0,91
21	0,81	0,73	0,77
23	0,64	0,69	0,67
26	0,79	0,83	0,76
27	0,81	0,84	0,81
30	0,68	0,64	-

Durchschnitte	0,713	0,729	0,768
---------------	-------	-------	-------

Kupfer im Harn ppm Gesamtausscheidung/24 Stunden

Nr.	Läufer		
1	0,0404	0,1224	0,0230
4	0,0876	0,0480	0,0456
5	0,0628	0,0864	0,0605
8	0,0652	0,0612	0,0394
9	0,0496	0,0288	0,0355
11	0,0462	0,0420	0,0336
13	0,0815	0,1584	0,0690
15	0,0791	0,1080	0,0474
18	0,0690	0,0720	0,0598
19	0,0261	0,0714	0,0389
22	0,0540	0,0504	0,0270
24	0,0555	0,0456	0,0396
25	0,0380	0,0270	0,0180
28	0,0560	0,0750	0,0346
29	0,0324	0,0588	0,0366
Durchschnitte	0,05623	0,07036	0,04057
Nichtläufer			
2	0,0272	0,0714	0,0653
3	0,0656	0,1080	0,0542
6	0,0588	0,0450	0,0355
7	0,0610	0,0768	0,0470
10	0,0411	0,1080	0,0126
12	0,0468	0,0912	0,0202
14	0,0352	-	0,0511
16	0,0726	0,0930	0,0277
17	0,0615	0,1242	0,0612
20	0,0413	0,1680	0,0353
21	0,0637	0,0594	0,0270
23	0,0444	0,0480	0,0342
26	0,0414	0,0576	0,0204
27	0,0444	0,0552	0,0278
30	0,0511	0,2226	0,0734
Durchschnitte	0,05041	0,09489	0,03953

Zink im Serum		ppm	Läufer
Nr.			
1	0,67	0,80	0,65
4	0,95	0,82	0,85
5	0,80	0,75	0,90
8	0,78	0,69	1,34
9	0,72	0,89	0,84
11	0,74	0,75	0,74
13	0,74	0,75	0,75
15	0,69	0,96	0,78
18	0,78	0,84	0,91
19	0,89	0,90	0,94
22	0,85	0,80	0,85
24	0,80	0,75	0,74
25	0,82	0,75	0,75
28	0,91	1,01	1,01
29	1,17	1,35	1,15
Durchschnitte	0,8207	0,8547	0,8800
Nichtläufer			
2	0,37	0,47	0,33
3	0,73	0,75	0,75
6	0,87	0,80	0,79
7	0,75	0,70	0,82
10	0,85	0,69	0,77
12	0,80	0,70	0,73
14	0,86	0,89	0,90
16	0,78	0,67	0,68
17	0,79	0,60	0,83
20	0,84	0,74	0,74
21	0,87	0,78	0,95
23	0,83	0,71	0,85
26	0,88	0,70	0,71
27	0,87	0,82	0,89
30	0,98	1,06	1,11
Durchschnitte	0,8047	0,7387	0,7900

Zink im Vollblut		ppm	Läufer
Nr.			
1	5,19	5,13	5,07
4	6,02	5,84	6,02
5	5,72	5,58	5,72
8	5,37	5,31	6,25
9	5,55	5,96	5,43
11	4,89	4,96	4,78
13	5,71	5,71	5,78
15	5,17	5,19	5,05
18	6,20	5,17	6,08
19	5,07	4,99	5,19
22	6,02	5,64	5,66
24	4,60	4,72	4,48
25	5,29	5,10	5,17
28	5,70	5,70	5,66
29	5,98	6,14	5,78
Durchschnitte	5,4987	5,4093	5,4747
			Nichtläufer
2	4,78	5,19	5,19
3	5,78	5,73	5,95
6	5,85	5,54	5,49
7	6,02	5,90	6,08
10	5,55	5,43	5,72
12	6,14	6,11	6,23
14	5,81	5,89	5,90
16	5,55	5,49	5,72
17	5,29	5,16	5,43
20	5,55	5,43	5,55
21	5,69	5,55	5,74
23	4,48	4,43	4,48
26	4,59	4,34	4,46
27	5,87	5,66	6,02
30	6,25	6,37	-
Durchschnitte	5,5467	5,4813	5,5686

Zink im Harn ppm Gesamtausscheidung/24 Stunden

Läufer

Nr.

1	0,2626	0,3978	0,2074
4	0,2190	0,3552	0,3648
5	0,4082	0,5328	0,3326
8	0,6357	0,5814	0,4822
9	0,6200	0,5184	0,4352
11	0,2442	0,3000	0,2184
13	0,6194	0,4752	0,4416
15	0,2825	0,9720	0,3223
18	0,5980	0,7200	0,4986
19	0,2958	0,7752	0,3785
22	0,2376	0,3024	0,1620
24	0,2775	0,4902	0,2218
25	0,4750	0,3024	0,2970
28	0,1568	0,2700	0,1670
29	0,4050	0,8820	0,6295
Durchschnitte	0,38249	0,52500	0,34393

Nichtläufer

2	1,2648	0,7956	1,3555
3	0,4592	0,4972	0,1800
6	0,6958	0,6390	0,6305
7	0,2562	0,4032	0,2705
10	0,1918	0,5616	0,1033
12	0,3159	0,4104	0,1159
14	0,4576	-	0,6049
16	0,4719	0,4650	0,1571
17	0,2050	0,5382	0,2244
20	0,1593	0,6720	0,2352
21	0,5824	0,6534	0,3888
23	0,3700	0,6048	0,2941
26	0,2622	0,3312	0,2489
27	0,2553	0,4140	0,2923
30	0,5694	1,2402	0,5875
Durchschnitte	0,43445	0,58756	0,37926

Gesamtstickstoff im Harn mg% Gesamtausscheidung/24 Stunden

			Läufer
Nr.			
1	848,40	1542,24	747,14
4	2409,00	1230,72	1780,68
5	1551,16	1573,92	1440,94
8	1473,52	1057,74	1158,17
9	1372,68	469,08	970,58
11	933,90	781,80	720,72
13	2420,55	1526,58	1991,31
15	950,33	2542,32	1421,05
18	1401,85	1260,72	1925,27
19	774,30	1314,78	763,02
22	1634,04	1871,10	953,10
24	1269,10	974,70	1165,03
25	824,60	522,18	630,90
28	1945,44	2248,50	1028,74
29	628,02	1018,08	1271,48
Durchschnitte	1362,459	1328,964	1199,675
			Nichtläufer
2	1429,36	1068,30	1338,24
3	1723,64	1740,60	1252,94
6	1942,36	1588,50	1604,61
7	1538,42	2394,24	1845,14
10	1209,71	1756,08	303,66
12	1721,07	1772,70	741,38
14	1152,80	-	1116,12
16	1525,81	1590,30	620,93
17	1061,90	2931,12	1458,60
20	1082,65	2868,60	811,44
21	994,63	1330,56	707,40
23	1140,34	1371,84	1135,44
26	1039,14	1251,36	585,89
27	1290,93	1836,78	1385,04
30	1268,01	3742,68	1388,83
Durchschnitte	1341,385	1947,274	1086,377

Phosphat im Serum mg%			Läufer
Nr.			
1	3,8	4,5	4,6
4	2,9	4,1	3,3
5	3,2	3,9	4,5
8	3,7	5,3	4,6
9	4,1	5,5	4,3
11	2,7	4,4	3,9
13	2,9	4,9	4,1
15	3,5	5,1	4,2
18	3,8	4,5	4,5
19	3,2	3,8	3,8
22	3,4	5,2	4,4
24	4,1	6,0	4,7
25	3,5	5,2	4,6
28	3,4	4,9	4,5
29	3,7	5,1	3,9
Durchschnitte	3,46	4,83	4,26
			Nichtläufer
2	2,8	3,7	3,9
3	3,5	4,1	4,3
6	3,4	5,1	3,6
7	3,5	4,8	3,9
10	3,5	4,0	3,7
12	3,2	4,3	3,5
14	3,0	4,0	3,3
16	3,1	3,8	3,8
17	3,3	4,3	3,8
20	3,7	4,2	3,4
21	3,5	4,1	4,0
23	4,0	4,0	5,1
26	3,1	3,5	3,6
27	4,7	4,7	5,1
30	3,9	4,7	4,0
Durchschnitte	3,48	4,22	3,93

Phosphat im Harn mg Gesamtausscheidung/24 Stunden
Läufer

Nr.

1	850,42	1484,10	812,16
4	1620,60	938,88	2200,20
5	1458,53	1033,92	1495,37
8	979,56	1040,40	949,56
9	1205,28	414,00	723,72
11	877,80	309,60	730,80
13	1646,30	1677,06	1725,00
15	749,19	2289,60	1042,80
18	1086,75	720,00	1095,60
19	635,97	951,66	633,74
22	1317,60	1241,10	815,40
24	795,50	850,45	1370,16
25	722,00	626,40	778,50
28	1624,00	1443,00	783,36
29	454,68	433,44	1200,48
Durchschnitte	1069,479	1030,241	1090,457

Nichtläufer

2	1134,24	935,34	1124,45
3	1454,68	1872,00	1206,84
6	1293,60	1188,00	1216,56
7	1069,94	1153,92	1328,88
10	1342,60	1514,16	355,32
12	1216,80	1197,00	624,96
14	941,60	-	1088,04
16	1379,40	1603,32	460,15
17	1326,35	1846,44	1313,76
20	879,10	2562,00	776,16
21	696,15	1051,38	783,00
23	865,80	1353,60	731,88
26	797,70	522,72	518,16
27	715,95	1011,54	1013,38
30	1527,70	2251,44	1574,88
Durchschnitte	1109,441	1433,061	941,094

Chlorid im Serum Nr.	mmol/l		Läufer
1	94	103	104
4	100	110	107
5	102	107	101
8	98	104	104
9	106	104	109
11	99	103	106
13	97	107	103
15	94	108	106
18	99	100	107
19	98	105	108
22	96	108	105
24	100	106	106
25	103	106	105
28	102	103	104
29	100	104	105

Durchschnitte	99,20	105,20	105,33
---------------	-------	--------	--------

			Nichtläufer
2	99	103	106
3	102	103	106
6	94	109	106
7	101	105	105
10	99	111	105
12	96	106	102
14	98	102	102
16	106	105	103
17	102	101	103
20	84	104	103
21	100	105	105
23	99	104	104
26	99	102	105
27	103	103	105
30	100	102	104

Durchschnitte	98,80	104,33	104,27
---------------	-------	--------	--------

Chlorid im Harn mmol Gesamtausscheidung/24 Stunden
Läufer

Nr.

1	177,80	361,08	88,70
4	411,72	224,64	210,90
5	317,14	298,08	207,14
8	293,40	201,96	152,52
9	172,36	24,48	47,06
11	135,30	134,40	63,00
13	291,77	304,92	157,32
15	211,31	511,92	113,76
18	243,80	97,20	170,32
19	126,15	166,26	69,98
22	228,96	306,18	96,66
24	227,55	171,00	115,63
25	142,50	84,24	68,40
28	174,72	283,50	77,18
29	58,86	140,28	50,51
Durchschnitte	214,206	220,676	112,606

Nichtläufer

2	183,60	269,28	233,38
3	244,36	320,40	92,21
6	104,86	169,20	128,76
7	97,60	322,56	119,95
10	138,37	308,88	39,31
12	170,82	214,32	80,64
14	129,36	-	147,40
16	210,54	425,94	140,45
17	250,10	437,56	136,68
20	103,84	468,30	111,72
21	119,21	255,42	57,24
23	105,82	166,08	84,13
26	125,58	300,96	42,43
27	144,30	282,90	151,73
30	97,09	849,06	115,32
Durchschnitte	148,363	342,204	112,290

Kreatinin im Serum		mg%	Läufer
Nr.			
1	0,8	1,0	0,8
4	1,0	1,0	1,0
5	1,0	1,0	1,0
8	1,1	1,3	1,1
9	1,0	1,7	1,2
11	0,9	1,3	1,0
13	0,7	0,8	0,7
15	0,8	1,0	0,9
18	1,0	1,4	1,1
19	1,0	1,2	1,2
22	0,8	0,9	0,9
24	0,7	1,1	0,8
25	0,8	0,9	0,8
28	0,9	1,3	1,0
29	1,0	1,5	1,1
Durchschnitte	0,900	1,160	0,973
			Nichtläufer
2	0,9	0,9	0,9
3	0,9	0,9	1,1
6	1,0	1,2	0,9
7	0,7	0,9	0,9
10	0,9	1,0	1,0
12	1,1	1,2	1,2
14	1,0	1,1	1,0
16	1,0	1,0	1,1
17	0,9	1,0	1,0
20	0,8	0,9	0,9
21	0,8	0,9	0,8
23	0,8	0,8	0,8
26	0,7	0,8	0,8
27	0,9	0,9	0,9
30	1,0	1,1	1,0
Durchschnitte	0,893	0,967	0,953

Kreatinin im Harn mg Gesamtausscheidung/24 Stunden

Nr.	Läufer		
1	1090,8	2509,2	967,7
4	2233,8	1132,8	1596,0
5	1507,2	2073,6	1209,6
8	1760,4	1693,2	1318,6
9	1612,0	1360,8	1420,8
11	1346,4	1692,0	1268,4
13	1564,8	1267,2	1214,4
15	971,8	3024,0	1156,6
18	2024,0	2390,4	2051,8
19	1061,4	2060,4	913,7
22	1166,4	1638,0	831,6
24	1184,0	1573,2	918,7
25	912,0	831,6	702,0
28	2128,0	2520,0	1048,3
29	842,4	1932,0	1361,5
Durchschnitte	1427,03	1846,56	1198,64
	Nichtläufer		
2	1305,6	1203,6	1632,0
3	1640,0	1764,0	922,1
6	1646,4	1152,0	1438,6
7	1244,4	2304,0	1481,8
10	1342,6	2289,6	347,8
12	1450,8	1915,2	645,1
14	1161,6	-	1261,0
16	1548,8	1357,8	646,8
17	1312,0	2939,4	1795,2
20	1144,6	3360,0	976,1
21	1110,2	1584,0	939,6
23	902,8	1420,8	834,5
26	924,6	1065,6	775,2
27	1354,2	2346,0	1252,8
30	1722,8	4006,8	1778,9
Durchschnitte	1320,76	2050,63	1115,15

	Harnvolumina / 24 Stunden	ml	Läufer
Nr.			
1	2020	3060	1152
4	2190	960	1140
5	1570	1440	1512
8	1630	1020	984
9	1240	360	444
11	660	600	420
13	1630	1980	1380
15	1130	2160	948
18	1150	720	996
19	870	1020	972
22	1080	1260	540
24	1850	1140	792
25	1900	540	900
28	1120	1500	576
29	540	840	732
Durchschnitte	1372	1242	890

			Nichtläufer
2	1360	1020	1632
3	1640	1800	2712
6	980	900	888
7	1220	1920	1176
10	1370	2160	252
12	1170	1140	504
14	880	-	852
16	1210	1860	924
17	2050	4140	2040
20	590	2100	588
21	910	1980	540
23	740	960	684
26	690	1440	408
27	1110	1380	1392
30	730	3180	816
Durchschnitte	1110	1854	1027

Clearences	ml/min		Läufer
Nr.			
1	89,0	163,8	79,0
4	145,0	73,5	103,6
5	106,9	146,9	85,7
8	103,4	94,3	77,0
9	98,2	48,9	72,7
11	99,1	86,5	83,7
13	161,2	114,4	125,5
15	83,2	182,5	85,5
18	109,5	127,8	99,5
19	69,2	97,3	49,9
22	101,3	126,4	64,2
24	132,2	154,0	90,1
25	81,6	54,1	62,8
28	158,7	183,9	70,3
29	55,3	97,5	81,5

Durchschnitte	106,2	116,8	82,0
---------------	-------	-------	------

Nichtläufer

2	92,7	85,7	115,8
3	103,9	111,6	47,9
6	102,4	59,7	110,9
7	113,5	163,1	105,2
10	97,2	149,5	40,0
12	78,5	95,1	37,1
14	83,9	-	91,1
16	101,1	88,6	48,1
17	86,4	174,7	107,0
20	92,0	178,8	70,0
21	103,8	131,5	62,8
23	84,8	119,6	79,0
26	94,4	84,7	69,2
27	116,9	228,5	108,6
30	101,1	154,1	70,0

Durchschnitte	96,8	127,7	77,5
---------------	------	-------	------

	Osmolarität im Harn	mosmol	Läufer
--	---------------------	--------	--------

Nr.			
-----	--	--	--

1	440	2150	453
4	1010	1170	953
5	1020	1070	975
8	900	960	688
9	890	920	772
11	1210	1150	860
13	1010	658	563
15	930	1095	893
18	1180	1145	897
19	860	1085	698
22	1105	1155	788
24	403	709	898
25	1195	825	691
28	1115	1140	998
29	845	945	868

Durchschnitte	941	1078	800
---------------	-----	------	-----

Nichtläufer

2	830	965	830
3	940	902	776
6	1120	1140	985
7	860	905	838
10	815	698	782
12	1125	1070	995
14	1080	-	962
16	1005	843	848
17	585	608	598
20	1380	1180	1045
21	910	568	777
23	645	975	641
26	950	818	808
27	920	1010	918
30	1280	1120	997

Durchschnitte	963	914	853
---------------	-----	-----	-----

Hämatokrit	Vol. %		Läufer
Nr.			
1	44	43	42
4	42	43	41
5	44	42	46
8	42	43	39
9	35	38	34
11	43	46	46
13	42	45	39
15	40	43	37
18	46	47	47
19	38	40	39
22	42	41	37
24	41	43	41
25	36	38	38
28	40	42	39
29	44	47	39

Durchschnitte	41,27	42,73	40,27
---------------	-------	-------	-------

			Nichtläufer
2	40	41	47
3	43	43	45
6	40	41	42
7	43	45	44
10	43	43	41
12	42	41	41
14	39	40	41
16	42	42	43
17	45	43	44
20	43	42	41
21	42	42	43
23	37	35	36
26	37	37	33
27	41	42	41
30	42	44	44
Durchschnitte	41,27	41,40	41,73

Protein im Serum g/100 ml			Läufer
Nr.			
1	7,08	7,28	6,60
4	7,43	7,43	7,08
5	6,84	7,08	6,86
8	7,09	7,81	6,62
9	6,62	6,89	6,32
11	6,58	7,13	6,88
13	6,78	7,08	6,64
15	6,84	7,22	6,20
18	6,77	7,40	6,70
19	6,92	6,85	6,71
22	7,13	6,60	6,53
24	6,90	7,19	6,84
25	7,43	7,39	7,09
28	7,09	7,34	6,70
29	6,97	7,51	6,77
Durchschnitte	6,965	7,213	6,703
			Nichtläufer
2	7,02	6,82	7,13
3	7,33	7,13	7,38
6	7,16	7,24	6,82
7	6,86	6,73	6,62
10	6,74	6,19	6,35
12	6,91	6,58	6,64
14	6,77	6,79	6,80
16	6,54	6,46	6,21
17	7,19	6,92	7,42
20	6,47	6,31	6,24
21	7,06	6,64	6,93
23	6,51	5,93	6,33
26	6,63	6,58	6,09
27	7,44	7,33	7,19
30	7,40	7,27	7,15
Durchschnitte	6,935	6,728	6,753

Haptoglobin	mg%		Läufer
Nr.			
1	52	38	52
4	90	60	78
5	98	84	98
8	104	116	126
9	282	202	254
11	74	56	52
13	156	136	164
15	92	84	92
18	164	164	126
19	126	104	-
22	104	100	98
24	118	92	52
25	46	50	56
28	52	46	52
29	90	60	62
Durchschnitte	109,87	92,80	97,29
			Nichtläufer
2	172	167	-
3	92	96	92
6	84	92	96
7	110	104	118
10	164	132	156
12	172	168	172
14	142	136	118
16	118	98	126
17	164	164	126
20	52	56	84
21	126	140	172
23	92	98	92
26	60	62	84
27	118	98	92
30	92	90	104
Durchschnitte	117,20	113,40	116,57

Albumin im Serum	g/100 ml		%		Läufer	
Nr.						
1	4,11	58,0	4,01	54,9	2,64	41,3
4	3,97	53,6	3,64	49,0	3,56	49,9
5	3,75	55,3	4,15	58,4	3,86	56,2
8	4,39	62,5	4,36	55,9	3,67	56,3
9	3,73	56,8	3,81	55,3	3,41	54,1
11	3,78	57,1	4,12	57,8	3,91	56,6
13	3,88	56,7	4,10	57,7	3,63	55,0
15	4,07	59,7	4,34	60,2	3,55	57,4
18	4,23	62,3	4,45	59,9	3,96	59,0
19	4,10	59,3	4,08	59,1	4,12	61,8
22	4,18	59,0	3,80	57,5	3,99	61,6
24	4,04	58,5	3,98	55,7	4,24	62,1
25	4,25	57,5	4,35	58,5	4,09	57,7
28	4,51	63,5	4,55	62,3	4,08	61,3
29	4,25	60,8	4,55	60,7	3,84	56,7
Durchschnitte	4,08	58,7	4,15	57,5	3,77	56,5
Nichtläufer						
2	3,57	50,7	3,36	47,9	3,78	53,6
3	3,88	53,0	3,90	54,9	4,51	60,8
6	3,83	53,0	4,16	57,8	4,08	60,0
7	4,48	65,1	3,44	51,2	3,29	50,0
10	3,93	58,8	3,50	56,7	3,75	57,0
12	3,94	57,1	3,62	54,9	3,69	54,9
14	3,86	56,8	3,80	55,9	3,96	58,4
16	3,86	56,4	3,52	53,9	3,64	58,6
17	3,84	53,3	3,77	54,9	4,01	54,1
20	3,82	58,9	3,48	55,5	3,60	57,9
21	3,68	51,8	3,32	50,5	3,91	56,4
23	3,96	60,5	3,23	54,8	3,62	57,3
26	3,90	59,1	4,08	61,9	3,67	60,2
27	4,23	57,1	4,19	57,5	4,32	59,9
30	4,23	57,6	3,99	54,8	4,16	58,2
Durchschnitte	3,92	56,6	3,69	54,9	3,87	57,2

Alpha - 1 - Globuline		g/100 ml		%		Läufer	
Nr.							
1	0,16	2,2	0,36	4,8	0,56	8,2	
4	0,24	3,1	0,28	3,7	0,25	3,7	
5	0,29	4,0	0,25	3,8	0,27	3,9	
8	0,23	3,1	0,31	4,0	0,25	3,7	
9	0,30	4,5	0,27	4,0	0,27	4,1	
11	0,22	3,3	0,30	4,2	0,27	4,0	
13	0,26	3,7	0,29	4,0	0,25	4,0	
15	0,26	3,9	0,40	5,3	0,30	4,7	
18	0,27	4,1	0,27	3,6	0,22	3,4	
19	0,33	4,3	0,15	2,2	0,30	4,4	
22	0,16	2,3	0,20	3,2	0,18	2,6	
24	0,28	4,0	0,36	4,9	0,31	4,5	
25	0,31	4,0	0,34	4,7	0,32	4,3	
28	0,23	3,3	0,33	4,4	0,25	3,7	
29	0,16	2,0	0,24	3,1	0,20	3,1	
Durchschnitte	0,247	3,45	0,290	3,99	0,280	4,15	
Nichtläufer							
2	0,18	2,5	0,39	5,7	0,21	3,1	
3	0,24	3,4	0,27	3,9	0,26	3,5	
6	0,21	2,9	0,35	4,9	0,24	3,5	
7	0,33	4,8	0,19	2,7	0,20	3,0	
10	0,29	4,4	0,28	4,4	0,32	4,7	
12	0,23	3,4	0,27	4,0	0,25	4,0	
14	0,22	3,1	0,29	4,2	0,24	3,5	
16	0,31	4,7	0,24	3,9	0,28	4,3	
17	0,32	4,3	0,23	3,5	0,13	2,0	
20	0,26	3,8	0,15	2,2	0,14	2,2	
21	0,31	4,3	0,28	4,1	0,28	4,1	
23	0,30	4,5	0,31	5,2	0,31	4,9	
26	0,24	3,7	0,25	3,8	0,21	3,6	
27	0,29	3,9	0,32	4,3	0,30	4,0	
30	0,31	4,3	0,25	3,6	0,30	4,1	
Durchschnitte	0,269	3,87	0,271	4,03	0,245	3,64	

Alpha - 2 - Globuline		g/100 ml	%	Läufer	
Nr.					
1	0,59	8,3	0,37	4,8	0,56 8,2
4	0,47	6,5	0,60	8,3	0,78 10,8
5	0,71	10,4	0,59	8,3	0,62 9,2
8	0,56	7,8	0,86	11,0	0,76 11,2
9	0,82	12,5	0,87	12,7	0,62 9,7
11	0,78	12,1	0,73	10,2	0,73 10,3
13	0,78	11,2	0,74	10,2	0,83 12,6
15	0,79	11,7	0,78	10,7	0,72 11,5
18	0,69	10,2	0,75	10,0	0,75 11,1
19	0,83	12,0	0,87	13,0	0,65 9,7
22	0,98	13,7	0,79	12,0	0,68 10,2
24	0,85	12,1	0,83	11,5	0,70 10,3
25	0,58	8,1	0,52	7,0	0,55 7,7
28	0,61	8,7	0,64	8,9	0,45 6,7
29	0,69	9,8	0,51	6,8	0,69 10,1
Durchschnitte	0,715	10,34	0,697	9,69	0,673 9,95
Nichtläufer					
2	1,02	14,9	0,44	6,4	0,65 9,3
3	0,36	4,9	0,69	9,9	0,65 8,8
6	0,72	9,9	0,40	5,7	0,56 8,2
7	0,67	9,7	0,73	10,8	0,78 12,0
10	0,85	13,1	0,74	11,8	0,58 9,2
12	0,73	10,6	0,59	9,0	0,71 10,8
14	0,77	11,3	0,73	9,6	0,64 9,6
16	0,78	12,0	0,90	14,1	0,75 12,0
17	0,97	13,4	0,85	12,2	0,93 12,7
20	0,67	10,3	0,68	10,8	0,64 10,3
21	0,89	12,5	0,90	13,6	0,84 12,1
23	0,73	11,3	0,76	12,7	0,63 9,9
26	0,60	9,1	0,62	9,4	0,60 9,8
27	0,69	9,3	0,62	9,5	0,65 9,1
30	0,79	10,6	0,51	7,0	0,81 11,2
Durchschnitte	0,749	10,86	0,677	10,17	0,695 10,33

Beta - Globuline		g/100 ml	%	Läufer
Nr.				
1	0,66	9,1	1,07 14,5	0,51 7,8
4	1,19	16,2	0,96 12,9	0,89 12,7
5	0,92	13,7	0,86 12,1	0,62 9,2
8	0,66	9,4	0,77 10,0	0,49 7,5
9	0,75	11,3	0,81 11,7	0,73 11,6
11	0,59	8,8	0,65 9,3	0,65 9,6
13	0,77	11,2	0,73 10,2	0,73 10,9
15	0,67	9,8	0,78 10,7	0,64 10,3
18	0,77	11,4	0,80 10,9	0,68 10,2
19	0,59	8,8	0,62 8,6	0,52 7,7
22	0,64	9,1	0,82 12,4	0,74 11,4
24	0,70	10,1	0,76 10,6	0,54 8,1
25	0,76	10,1	0,77 10,2	0,84 11,8
28	0,77	10,7	0,89 12,3	0,70 10,4
29	0,94	13,4	1,01 13,5	1,04 15,6
		10,87	11,33	10,32
Durchschnitte	0,759		0,820	0,688
Nichtläufer				
2	0,87	12,4	1,16 16,8	0,96 13,5
3	1,36	18,6	0,90 12,6	1,10 14,9
6	0,71	9,9	1,24 17,0	0,86 12,9
7	0,68	9,7	0,73 10,7	0,86 13,0
10	0,52	7,7	0,53 8,7	0,77 11,7
12	0,84	12,4	0,85 13,0	0,83 12,7
14	0,70	10,3	0,73 10,7	0,72 10,7
16	0,72	11,0	0,79 12,5	0,66 10,2
17	0,61	8,5	0,61 8,9	0,54 7,5
20	0,73	11,2	0,84 13,3	0,73 11,7
21	0,77	10,8	0,70 10,6	0,76 11,1
23	0,59	9,0	0,62 10,5	0,69 11,0
26	0,68	10,3	0,71 10,7	0,70 11,5
27	0,90	12,2	0,95 13,0	0,69 9,6
30	0,71	9,4	1,13 15,5	0,67 9,1
		10,89	12,30	11,41
Durchschnitte	0,759		0,833	0,769

Gamma - Globuline	g/100 ml		%		Läufer
Nr.					
1	1,56	22,1	1,53	20,9	2,26 34,5
4	1,52	20,8	1,91	25,9	1,62 22,8
5	1,14	16,9	1,24	17,6	1,50 21,6
8	1,21	17,2	1,50	19,0	1,38 21,3
9	0,96	14,7	1,15	16,5	1,29 20,5
11	1,24	18,7	1,31	18,5	1,31 19,3
13	1,14	16,8	1,24	17,6	1,16 17,5
15	0,99	14,7	0,93	12,8	0,99 16,0
18	0,84	12,2	1,15	15,5	1,09 16,1
19	1,05	15,3	1,19	17,2	1,09 16,4
22	1,13	15,9	0,97	14,8	0,92 14,1
24	1,05	15,2	1,23	17,2	1,02 14,8
25	1,49	20,2	1,45	19,6	1,30 18,3
28	0,99	13,8	0,91	12,2	1,17 17,5
29	0,97	13,8	1,18	15,7	1,00 14,6
		16,55		17,40	19,02
Durchschnitt	1,152		1,259		1,273

Nichtläufer					
2	1,36	19,5	1,62	23,3	1,47 20,6
3	1,47	20,0	1,33	18,7	0,89 12,1
6	1,74	24,1	1,05	14,7	1,04 15,3
7	0,75	10,8	1,64	24,3	1,46 22,0
10	1,08	16,3	1,16	18,5	1,15 17,5
12	1,15	16,8	1,25	19,0	1,10 16,8
14	1,27	18,7	1,25	18,3	1,21 17,9
16	1,03	15,7	1,01	15,7	0,90 14,5
17	1,47	20,3	1,41	20,3	1,73 23,4
20	1,04	15,9	1,15	18,2	1,19 19,3
21	1,43	20,3	1,38	21,2	1,11 16,2
23	0,94	14,7	1,01	16,9	1,01 15,9
26	1,12	17,0	0,96	14,6	0,93 15,3
27	1,30	17,5	1,22	16,7	1,25 17,4
30	1,34	18,1	1,46	20,0	1,24 17,3
		17,71		18,69	17,43
Durchschnitt	1,233		1,260		1,179

8. Literaturverzeichnis

1. CAT - A - KIT (catecholamines radioenzymatic assay kit (^3H) Bedienungsvorschrift, herausgegeben von The Upjohn Company
2. Peuler, J.D., Johnson, G.A.: Simultaneous single isotope radioenzymatic assay of plasma norepinephrine, epinephrine and dopamine, Life Sciences Vol. 21 (1977), S. 625
3. Haralambie, G.: Stoffwechselveränderungen nach langdauernder körperlicher Belastung beim Menschen, Wissenschaftliche Informationen, Fresenius - Stiftung, Beiheft 1978
4. Haralambie, G., Berg, A.: Veränderungen physiologischer und biochemischer Größen nach Ausdauerbelastungen bei Frauen mit und ohne Kalziumsubstitution, Die Medizinische Welt 34 (1979), S. 1233
5. Böhmer, D.: Der Einfluß eines Ausdauerschwimmtrainings auf den Kalium - Magnesium - Natrium - Haushalt von Mädchen und Jungen, Magnesium - Bulletin 3 (1979)
6. Brotherhood, J., Brozović, B., Pugh, L.G.C.: Haematological status of middle - and long - distance runners, Clinical Science and Molecular Medicine 48 (1975), S. 139
7. Fletcher, D.J.: Athletic Pseudonephritis, The Lancet 23 (1977)
8. Russell, S.M., Lewis, A.: Karate Myoglobinuria, The New Engl. Journal of Med., 30. Oct. 1975, S. 941
9. Hornbostel, H., Huenges, R., Montz, R., Osburg, K.: Recent advances of march haemoglobinuria, German Med. Monthly 15 (1970), S. 461

10. Anderson, J. H., Sanders, C. V., Larson, P.: Exercise Myoglobinuria, The New England Journal of Medicine March 14, 1974, S. 632
11. Fred, H. L., Natelson, E. A.: Grossly bloody urine of runners, Southern Med. Jou. Vol. 70 (Dec. 1977)
12. Heilmann, E., Lunke, G., Behr, J., Schmidt, J., Blumenberg, G. R.: Untersuchungen zur Marschhämoglobinurie, Verh. Dtsch. Ges. Innere Med. 81 (1975), S. 1021
13. Heilmann, E., Lunke, G., Behr, J., Schmidt, J., Blumenberg, G. R.: Untersuchungen zur Marschhämoglobinurie, Münchner Med. Wochenschrift 117 Nr. 20 (1975)
14. Vaisrub, S.: Different drummer, JAMA Vol. 229 (1974), S. 1639
15. Siegel, A. J., Hennekens, C. H., Solomom, H. S., van Boeckel, B.: Hämaturie bei Marathonläufern, DMW 104 (1979), S. 995
16. Bichler, H., Porzsolt, F., Naber, K.: Proteinurie unter körperlicher Belastung, DMW 97 (1972), S. 1229
17. Buckle, R. M.: Exertional (march) haemoglobinuria, The Lancet May 29, 1965, S. 1136
18. Leonhardt, K. F.: Idiopathische paroxysmale Myoglobinurie, Ärztl. Praxis XXXI Nr. 70, 1. Sept. 1979
19. Borchard, F.: Paroxysmale Hämoglobinurie und Myoglobinurie, DMW 103 (1978), S. 1346
20. Heilmann, E., Münscher, H.: Paroxysmale Hämoglobinurie und Myoglobinurie, DMW 103 (1978), S. 871
21. Bichler, K. H., Lachmann, E., Porzsolt, F.: Untersuchungen zur mechanischen Hämolyse bei Langstreckenläufern, Sportarzt, Köln 23 (1972), S. 9
22. Bichler, K. H., Porzsolt, F., Naber, K.: Proteinurie unter körperlicher Belastung, Dtsch. med. Wschr. 97 (1972), S. 1229

23. Imhof, P., Howald, H., Schumann, G., Wagner, J., Sulc, M.
Blatter, K.: Die Bedeutung der Zylindrurie bei körperlichen Anstrengungen, Schweiz. Z. Sportmed. 20 (1972), S. 81
24. Poortmans, J. R., Vancalck, B.: Renal glomerular and tubular impairment during strenuous exercise in young women, European Journal of Clin. Investigation 8 (1978), S. 175
25. Brod, J.: The Kidney 1973
26. Wesson, L. G.: Physiology of the human kidney 1969
27. Henschel, W. F.: Die Rolle von Kalium - Magnesium - Aspartat in der operativen Medizin und Intensivmedizin, F. K. Schattauer Verlag 1977
28. Refsum, H. E., Stroemme, S. B.: Relationship between urine flow, glomerular filtration and urine solute concentrations during prolonged heavy exercise, Scand. Journal Clin. Lab. Invest. 35 (1975), S. 775
29. Zambraski, E. J.: Iowa wrestling study: Weight loss and urinary profiles of collegiate wrestlers, Med. Sci. Sports 8 (1976), S. 105
30. Keul, J.: Verbesserung der Ausdauer im Breiten - und Leistungssport, Materia Medica Nordmark 32/2 1980
31. Hollmann, W.: Aufgaben und Bedeutung der Sportmedizin im Hochleistungssport, Dtsch. Ärzteblatt 34 (1979), S. 2135
32. Helbig, J.: Bericht zum 4. Hohenheimer Magnesium - Symp. in der Universität Hohenheim, Infusionstherapie 7 (1980), S. 325
33. Anderson, R. E.: The significance of proteinuria in athletes, J. Sports Med. 3 (1975), S. 133

34. O'Hara, W.J.: Latulippe - a case study of a one hundred and sixty kilometer runner, Brit. J. Sports Med., 11 (1977), S.83
35. Dobbelstein, H.: Harnfiebel, Von Heyden GmbH, München
36. Sachs, L.: Angewandte Statistik, Springer Verlag, 4. Aufl. 1974
37. Siegenthaler, W.: Klinische Pathophysiologie, Thieme Verlag, Stuttgart 1979
38. Lindeman, R.D., Mills, B.J.: Zinc Homeostasis in Health and Disease, Mineral Elektrolyte Metab. 3 (1980), S.223

Herrn Prof.Dr.Schoeppe bin ich für die Überlassung des Themas, die stets großzügige Unterstützung und Beratung sowie für die Übernahme des Referates zu großem Dank verpflichtet.

Außerdem danke ich Herrn Prof.Dr.Böhmer für den Kontakt zu den Sportlern des OSC Hoechst, die sich bereitwillig den Versuchsbedingungen unterzogen. Dankbar bin ich auch Herrn Dr.F.Köhler für die Bestimmung der Kationen der Hauptstudie. Mein Dank gilt auch den Damen und Herren der Labortorien der Universitätsklinik Frankfurt, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die im Fachbereich Humanmedizin der Johann Wolfgang Goethe - Universität in Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel:

Auswirkungen des Langstreckenlaufes auf
Elektrolyt -, Protein - und Katecholamin-
konzentrationen im Plasma

im Zentrum der Inneren Medizin Abteilung für Nephrologie der Johann Wolfgang Goethe - Universität Frankfurt am Main unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. W. Schoeppe ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in - und ausländischen medizinischen Fakultät bzw. Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt am Main, den 10. November 1981

Gerald Dirk Fiebel

Lebenslauf

Geboren: am 8.1.55 in Bad Oeynhausen
als zweiter Sohn des späteren
Prof.Dr.med.Max - Gerfried Giebel und
seiner Ehefrau Margit,geborene Schröter

Schulbildung: Volksschule:Hamburg (4 Jahre)
Gymnasien :Hamburg,Gelehrtenschule des
Johanneums (1 Jahr)
Kassel,Friedrichsgymnasium
(7 Jahre)
Kassel,Jacob Grimmgynasium
bis zum Abitur Juni 1974

Universitätsstudia:WS 1974/75 und SS 76 Studium der Chemie,
Biologie und Physik an der Universität
Stuttgart,
WS 75/76 und SS 76 Fortsetzung des Studiums
an der Ruhr - Universität Bochum und der
Gesamthochschule Essen (Zweithörer)
WS 76/77 Beginn des Studiums der Human-
medizin an der Johann Wolfgang Goethe -
Universität in Frankfurt

Aug.1977 Ärztliche Vorprüfung
Aug.1978 Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
Aug.1980 Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
Okt.1981 Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung

Gerald Denk Giebel

